UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE QUÍMICA

Programa de Pós-Graduação em Química

LEILA CARDOSO TERUYA

A química e suas interfaces no cenário sociocultural

Versão corrigida da Tese defendida

São Paulo

Data de depósito na SPG:

26/07/2018

LEILA CARDOSO TERUYA

A química e suas interfaces no cenário sociocultural

Tese apresentada ao Instituto de Química da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Ciências (Química).

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Andrade Marson

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletronico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica elaborada eletronicamente pelo autor, utilizando o programa desenvolvido pela Seção Técnica de Informática do ICMC/USP e adaptado para a Divisão de Biblioteca e Documentação do Conjunto das Químicas da USP

Bibliotecária responsável pela orientação de catalogação da publicação:
Marlene Aparecida Vieira - CRB - 8/5562

T315q

Teruya, Leila Cardoso
A química e suas interfaces no cenário sociocultural / Leila Cardoso Teruya. - São Paulo, 2018.
289 p.

Tese (doutorado) - Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Departamento de Química Fundamental.
Orientador: Marson, Guilherme Andrade

1. Sociedade e cultura. 2. Educação em química. 3. Divulgação científica. 4. Comunicação científica. I. T. II. Marson, Guilherme Andrade, orientador.

Página em branco para Folha de Aprovação.

Dedico este trabalho a
ARNALDO KEITI TERUYA.

Agradecimentos

Ao professor, orientador e amigo Guilherme Andrade Marson, pelas ideias, experiências e conhecimentos compartilhados. Em poucas e sinceras palavras, muito obrigada.

Ao jornalista Mario Henrique Viana, que me forneceu os registros de divulgação do Ano Internacional da Química na mídia, que constituíram a fonte de dados para a realização do estudo de caso “AIQ: o impacto de ações amplas de divulgação científica”. Destaco ainda sua contribuição para os estudos de caso que trataram da imagem pública da química em notícias de jornal.

À Sociedade Brasileira de Química, que me permitiu ter livre acesso aos conteúdos e arquivos de log do portal educacional Química Nova Interativa, viabilizando o estudo de caso “QNInt: portal de divulgação da SBQ”. Acrescento que a oportunidade de trabalhar com a divulgação da química junto à SBQ foi muito relevante para o desenvolvimento deste trabalho de modo geral. Agradeço também a Eduardo Kimura, desenvolvedor do portal, pela assessoria técnica prestada sempre que solicitado.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação do IQUSP, que disponibilizaram a relação de nomes de pós-graduados pelo Instituto, bem como à professora Viktoria Klara Lakatos Osório, que me ajudou na compilação dos dados fornecidos. Agradeço ainda aos professores Alicia Juliana Kowaltowski, Sandro Roberto Marana e Thiago Regis Longo César da Paixão pelos apontamentos feitos em relação ao estudo de caso “Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos”.

À professora Nadja Cristhina de Souza Pinto, pelas contribuições “indiretas” ao desenvolvimento deste trabalho, assim como por ter me propiciado uma interessante incursão pelo mundo da bioquímica, experiência que certamente enriqueceu minha formação acadêmica.

Aos familiares, amigos e colegas que colaboraram, direta ou indiretamente, para a consecução deste trabalho e, em termos mais amplos, desta etapa de minha vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de pesquisa concedida.

Resumo

Teruya, L.C. **A química e suas interfaces no cenário sociocultural**. 2018. 289p. Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Química. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Objetivo: Esta tese teve como objetivo geral caracterizar as relações entre cultura e sociedade por meio da transmissão do conhecimento científico na área de química. **Método:** Foram realizados sete estudos de caso nos quais se analisou a transmissão de conhecimentos em química em diferentes contextos socioculturais. O corpus de informações analisadas incluiu: i. notícias de jornal com referência à química, publicadas entre 2008 e 2012; ii. registros publicados na mídia sobre a celebração do Ano Internacional da Química (AIQ 2011); iii. notícias de jornal com referência à química verde, publicadas em jornais brasileiros e estrangeiros entre 1990 e 2013; iv. acessos ao portal Química Nova Interativa (QNInt) da Sociedade Brasileira de Química entre 2010 e 2012; v. vídeos do YouTube exibindo experimentos de química, publicados entre 2007 e 2015; vi. currículo Lattes dos egressos da pós-graduação do IQUSP entre 1970 e 2014; vii. Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina (PNFM) e em Química concedidos entre 1901 e 2016. A análise desses conteúdos seguiu abordagens qualitativas e quantitativas. Adicionalmente, os estudos foram examinados segundo um referencial analítico que avaliou cada caso sob três aspectos: i. social; ii. cultural; iii. modos de transmissão do conhecimento. **Resultados:** Os principais resultados obtidos para cada estudo foram: i. a maior parte das notícias com referência à química não a trata como ciência, sendo muito discreta a representatividade da comunidade de química nos jornais; ii. visões diferentes de química foram identificadas por ocasião do AIQ, refletindo a diversidade de grupos sociais que participaram do evento; iii. a imagem da química verde nos jornais distancia-se da sua abordagem científica e pode sofrer influência do contexto sociocultural; iv. a experimentação em química, nos vídeos do YouTube, é pouco explorada por professores; v. os acessos ao QNInt evidenciam o uso educacional do portal, que contempla o ensino e a divulgação científica a partir de uma publicação científica; vi. o IQUSP foi caracterizado como um polo formador de recursos humanos em química no país; vii. observou-se a consolidação da abordagem molecular da medicina/fisiologia nos PNFM, com o surgimento da bioquímica como campo interdisciplinar. A análise global dos estudos apontou: i. a divulgação científica em química segue um padrão de comunicação predominantemente indireto, com a intermediação de profissionais da comunicação, e pouco engajamento direto da comunidade de química; ii. por meio da difusão científica, os cientistas químicos comunicam-se entre si e com cientistas de outras áreas, contribuindo para o desenvolvimento da ciência, a interdisciplinaridade das pesquisas e a formação de novos cientistas; iii. em plataformas digitais, o ensino de química foi caracterizado

como descontextualizado, com foco em aspectos teóricos e tratada como disciplina escolar; iv. a contribuição da química para outras ciências é de difícil reconhecimento em contextos que valorizam mais a ciência aplicada. **Conclusões:** Grupos sociais internos e externos à comunidade de química atuam por diferentes vias para a transmissão da cultura química. Como elemento cultural, entretanto, a química extrapola a concepção científica, o que pode ser observado inclusive no interior da comunidade de química.

Palavras-chave: química, sociedade, cultura, divulgação científica, educação em química, comunicação científica

Abstract

Teruya, L.C. **Chemistry and its interfaces in the sociocultural scenario**. 2018. 289p. PhD Thesis - Graduate Program in Chemistry. Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Purpose: This thesis aimed to describe the relationship between culture and society through the transmission of scientific knowledge in the field of chemistry. **Method:** Seven case studies were conducted to analyze the transmission of knowledge in chemistry in different sociocultural contexts. The corpus of information analyzed included: i. news articles on chemistry published between 2008 and 2012; ii. records published in the media regarding the celebration of the International Year of Chemistry (IYC 2011); iii. news articles on green chemistry published between 1990 and 2013 in Brazilian and foreign newspapers; iv. records of access to the Química Nova Interativa (QNInt) web portal of the Brazilian Chemical Society between 2010 and 2012; v. YouTube videos featuring chemistry experiments published between 2007 and 2015; vi. Lattes curricula of graduate students of IQUSP between 1970 and 2014; vii. and Nobel Prizes in Physiology or Medicine (NPPM) and in Chemistry granted between 1901 and 2016. These contents were analyzed using qualitative and quantitative methods. Furthermore, the studies were examined using an analytical framework that evaluated each case by considering three aspects: social, cultural, and modes of knowledge transfer. **Results:** The main results obtained in each study were: i. most of the news on chemistry does not address it as a science, and the way the chemical community is represented in the newspapers is very discreet; ii. different views on chemistry were identified during the IYC, reflecting the diversity of social groups that participated in the event; iii. the image of green chemistry in newspapers is different from its original concept in academia and this image may be influenced by its sociocultural context; iv. records of QNInt access demonstrate that the portal is used for educational purposes, comprehending teaching purposes and scientific dissemination from a scientific publication; v. YouTube videos featuring chemistry experiments are little utilized by professors; vi. IQUSP was described as a human resources training center in chemistry in Brazil; vii. and the molecular approach of medicine/physiology is consolidated in the NPPM, with the emergence of biochemistry as an interdisciplinary field. The overall analysis of the studies indicated: i. scientific dissemination in chemistry follows a predominantly indirect communication pattern and is characterized by the intermediation of communication professionals and little direct engagement of the chemical community; ii. chemical scientists communicate with each other and with scientists from other areas through scientific diffusion, contributing to the development of science, the interdisciplinary nature of research, and the training of new scientists; iii. chemistry instruction was described as

decontextualized, focusing on theoretical aspects and addressed as a school subject; iv. the contribution of chemistry to other fields of science is difficult to recognize in contexts where applied science is more highly valued. **Conclusions:** Social groups inside and outside the chemical community act differently in the process of the transmission of the chemical culture. However, since chemistry is a cultural element, it goes beyond scientific conception, which can be observed even within the chemical community.

Keywords: chemistry, society, culture, scientific dissemination, education in chemistry, scientific communication

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Espiral da cultura científica.....29

FIGURA 2. Diagramação do referencial analítico: aspecto geral.....42

FIGURA 3. Diagramação do referencial analítico: aspectos complementares.....44

FIGURA 4. Análise do grau de relevância da química em conteúdos de jornais.....62

FIGURA 5. Análise do setor de inserção da química em conteúdos de jornais.....63

FIGURA 6. Análise da imagem da química em conteúdos de jornais.....65

FIGURA 7. Análise da fonte consultada em conteúdos de jornais.....70

FIGURA 8. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”.....75

FIGURA 9. A contextualização do evento expressa nos conteúdos de divulgação do AIQ.....85

FIGURA 10. A importância da química expressa nos conteúdos de divulgação do AIQ.....86

FIGURA 11. Relação das ações promovidas pelos conteúdos de divulgação do AIQ.....88

FIGURA 12. Descrição das ações nos conteúdos de divulgação do AIQ.....90

FIGURA 13. Fontes dos conteúdos de divulgação do AIQ.....92

FIGURA 14. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica”.....102

FIGURA 15. Ano de publicação das notícias sobre Química Verde.....114

FIGURA 16. Caracterização da Química Verde nas notícias de jornais.....116

FIGURA 17. Tipo de conteúdo reportado nas notícias sobre Química Verde.....121

FIGURA 18. Tipo de contexto identificado nas notícias sobre Química Verde.....122

FIGURA 19. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Química Verde: geração e transposição de conhecimento”.....128

FIGURA 20. Sazonalidade dos acessos ao portal QNInt.....144

FIGURA 21. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “QNInt: portal de divulgação da SBQ”.....151

FIGURA 22. Grau de relevância da química dos vídeos analisados.....162

FIGURA 23. Ocorrência de experimentos nos vídeos relacionados à química.....163

FIGURA 24. Duração dos vídeos analisados.....166

FIGURA 25. Tipo de mídia associada aos experimentos.....168

FIGURA 26. Protagonista dos vídeos analisados.....170

FIGURA 27. Uso de materiais e reagentes acessíveis nos experimentos.....176

FIGURA 28. Conceitos abordados nos experimentos.....178

FIGURA 29. Tipo de mídia e ocorrência de explicação para os experimentos.....181

FIGURA 30. Duração dos vídeos e ocorrência de explicação para os experimentos.....182

FIGURA 31. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos”.....185

FIGURA 32. Mestrados e doutorados no IQUSP.....194

FIGURA 33. Evolução temporal dos mestrados e doutorados no IQUSP.....196

FIGURA 34. Situação do currículo Lattes.....198

FIGURA 35. Tipo de rede da instituição de ensino superior de origem.....201

FIGURA 36. Região geográfica da instituição de ensino superior de origem.....203

FIGURA 37. Pós-doutoramento no Brasil e no exterior.....207

FIGURA 38. Área de atuação profissional dos egressos.....213

FIGURA 39. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos”.....217

FIGURA 40. Grau de contribuição da química nos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina...228

FIGURA 41. Participação de químicos nos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina.....231

FIGURA 42. Grau de contribuição da química nos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e tempo decorrido até o reconhecimento do mérito.....233

FIGURA 43. Objeto de estudo dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina sob a perspectiva da química.....234

FIGURA 44. Técnicas analíticas e os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química. 237

FIGURA 45. Metodologias de síntese e os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.....238

FIGURA 46. Bases moleculares de processos biológicos e os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.....240

FIGURA 47. Bioquímica como campo de pesquisa nos trabalhos laureados com Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.....249

FIGURA 48. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina”.....254

FIGURA 49. Análise global dos estudos de caso no tocante às dimensões “transmissão” e “cultura” do referencial analítico proposto.....257

FIGURA 50. Análise global dos estudos de caso no tocante à dimensão “sociedade” do referencial analítico proposto.....258

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “setor de inserção” e categorias do descritor “imagem da química” para os conteúdos analisados com grau de relevância igual a 3.....66

TABELA 2. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “implicações do conhecimento científico” e categorias do descritor “imagem da química” para os conteúdos analisados com grau de relevância igual a 3.....67

TABELA 3. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “assinatura da notícia” e categorias do descritor “setor de inserção da química” para os conteúdos analisados com grau de relevância igual a 3.....68

TABELA 4. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “conteúdo reportado” e categorias do descritor “referência geográfica” para os conteúdos analisados com grau de relevância maior que zero.....71

TABELA 5. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “ação divulgada” e categorias dos descritores “contexto AIQ”', “importância da química”, “área profissional” e “menção a cientista”.....95

TABELA 6. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “fonte de divulgação” e categorias dos descritores “contexto AIQ”, “importância da química”, “área profissional” e “menção a cientista”.....97

TABELA 7. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “ação divulgada” e categorias do descritor “fonte de divulgação”.....99

TABELA 8. Produção de artigos científicos identificados em diferentes bases de dados no intervalo de 1990 a 2013.....111

TABELA 9. Princípios da Química Verde referidos nas notícias de jornais nacionais e internacionais.....118

TABELA 10. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “princípios da Química Verde” e categorias do descritor “setor de inserção da química” para jornais nacionais e internacionais.....125

TABELA 11. Evolução temporal do número de acessos ao portal QNInt e porcentagem de acessos realizados via motores de busca.....143

TABELA 12. Região onde os egressos da pós-graduação do IQUSP atuam profissionalmente em função da região onde cursaram a graduação.....209

TABELA 13. Distribuição porcentual das regiões de trabalho dos egressos da pós-graduação do IQUSP em função da região onde cursaram a graduação.....210

LISTA DE QUADROS

QAUDRO 1. Súmula dos estudos de caso.....38

QUADRO 2. Elementos constituintes do referencial analítico proposto.....40

QUADRO 3. Classificação de notícias segundo o grau de relevância da química.....49

QUADRO 4. Classificação de notícias segundo a assinatura.....51

QUADRO 5. Classificação das notícias segundo a referência geográfica.....53

QUADRO 6. Classificação das notícias segundo a fonte consultada.....55

QUADRO 7. Classificação das notícias segundo o setor de inserção.....56

QUADRO 8. Classificação das notícias segundo a imagem da química.....59

QUADRO 9. Possibilidades de atribuição de imagem indefinida da química às notícias.....60

QUADRO 10. Classificação das notícias segundo a imagem da química a partir de trechos específicos do conteúdo.....61

QUADRO 11. Eixos analíticos adotados na caracterização do portal QNInt, com a indicação dos elementos-chave enquadrados na matriz analítica proposta.....139

QUADRO 12. Indícios de pesquisa baseada em demanda escolar, segundo análise dos termos de busca que direcionaram os usuários do portal QNInt aos conteúdos mais acessados no período de 2010 a 2012.....147

QUADRO 13. Vídeos com experimentos de química: perfil dos vídeos mais publicados e dos vídeos com maior grau de difusão.....165

Sumário

1 Introdução.....23

1.1 Sociedade, cultura e transmissão cultural.....24

1.2 Cultura científica.....27

1.3 Química como elemento cultural.....30

1.4 Comunidade de química.....32

2 Objetivos.....35

2.1 Objetivo geral.....35

2.2 Objetivos específicos.....35

3 Proposição do referencial analítico.....36

3.1 Elaboração dos estudos de caso.....36

3.2 Dimensões e categorias do referencial analítico.....40

3.3 Análise dos estudos de caso.....42

4 A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo 45

4.1 Introdução.....45

4.2 Metodologia.....47

4.2.1 Descritores de análise.....48

4.2.1.1 Grau de relevância da química.....48

4.2.1.2 Assinatura.....51

4.2.1.3 Conteúdo reportado.....52

4.2.1.4 Referência geográfica.....52

4.2.1.5 Fonte consultada.....53

4.2.1.6 Implicações do conhecimento científico.....55

4.2.1.7 Setor de inserção.....56

4.2.1.8 Imagem da química.....58

4.2.2 Análise dos dados.....61

4.3 Resultados e discussão.....62

4.3.1 Química explícita versus química implícita.....72

4.4 Considerações do estudo.....73

4.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto.....74
4.5.1 Análise descritiva.....75
4.5.2 Análise relacional.....76

5 Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica.....78

5.1 Introdução.....78
5.1.1 Anos Internacionais.....79
5.1.2 Ano Internacional da Química.....80
5.2 Metodologia de pesquisa.....83
5.3 Resultados e discussão.....84
5.3.1 Contexto do AIQ e importância da química.....84
5.3.2 Ações do AIQ divulgadas.....87
5.3.3 Origem das notícias.....91
5.3.4 A divulgação do AIQ e outros objetivos do evento.....93
5.3.5 Análise articulada de fatores.....94
5.3.5.1 Análise articulada para as ações divulgadas.....94
5.3.5.2 Análise articulada para as fontes divulgadoras.....96
5.3.5.3 Análise articulada entre ações divulgadas e fontes divulgadoras.....98
5.4 Considerações do estudo.....100
5.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto.....101
5.5.1 Análise descritiva.....102
5.5.2 Análise relacional.....103

6 Química Verde: geração e transposição de conhecimento.....105

6.1 Introdução.....105
6.2 Metodologia.....108
6.2.1 Produção e transposição do conhecimento em Química Verde.....108
6.2.2 Imagem pública da Química Verde.....109
6.3 Resultados e discussão.....110
6.3.1 A Química Verde na comunidade acadêmica.....110
6.3.2 A imagem pública da Química Verde.....113
6.4 Considerações do estudo.....126
6.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto.....127
6.5.1 Análise descritiva.....128
6.5.2 Análise relacional.....129

7 QNInt: portal de divulgação da SBQ.....132

7.1 Introdução.....132

7.2 Aporte teórico.....133

7.2.1 A via do sistema educacional.....133

7.2.2 A via das ações de divulgação científica das comunidades científicas.....134

7.2.3 A via da divulgação científica na sociedade da informação e do conhecimento.....135

7.3 Objetivo.....136

7.4 Percurso metodológico.....136

7.4.1 Seleção da comunidade científica e do produto de divulgação.....137

7.4.2 Proposição de matriz analítica.....137

7.4.3 Descrição e caracterização do produto de divulgação.....137

7.5 Resultados e discussão.....138

7.5.1 Seleção da comunidade científica e do produto de divulgação.....138

7.5.2 Proposição de matriz analítica.....139

7.5.3 Descrição e caracterização do produto de divulgação.....140

7.5.3.1 Análise da emissão: conteúdos e arquitetura do portal.....141

7.5.3.2 Análise da recepção: acessos brutos e modos de acesso.....142

7.5.3.3 Análise da apropriação: perfil dos acessos e termos de busca.....143

7.5.3.3.1 Análise quantitativa.....143

7.5.3.3.2 Análise qualitativa.....145

7.6 Considerações do estudo.....149

7.7 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto.....150

7.7.1 Análise descritiva.....151

7.7.2 Análise relacional.....152

8 A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos.....154

8.1 Introdução.....154

8.2 Metodologia.....156

8.2.1 Proposição de parâmetros para definir o grau de difusão dos vídeos.....156

8.2.2 Análise preliminar de conteúdo e definição de um caso para estudo.....157

8.2.3 Aplicação da metodologia desenvolvida em um estudo de caso.....157

8.3 Resultados e discussão.....158

8.3.1 Amostra.....158

8.3.2 Fator de normalização.....159

8.3.3 Perfil da química no YouTube.....160

8.3.3.1 Grau de relevância da química....160
8.3.3.2 Histórico de publicação....161
8.3.3.3 Vídeos com atividade experimental....162
8.3.4 Vídeos com experimentos: um estudo de caso....165
8.3.4.1 Caracterização geral dos vídeos com experimentos....166
8.3.4.2 Quem protagoniza e quem divulga os vídeos com experimentos....169
8.3.4.3 Execução e significação dos experimentos....176
8.4 Considerações do estudo....183
8.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto....184
8.5.1 Análise descritiva....185
8.5.2 Análise relacional....186

9 Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos....188

9.1 Introdução....188
9.2 Proposta de estudo....191
9.3 Metodologia....191
9.3.1 Determinação do universo de pesquisa....191
9.3.2 Caracterização do perfil acadêmico e profissional do egressos da pós-graduação do IQUSP....192
9.3.3 Análise dos dados....193
9.4 Resultados e discussão....193
9.4.1 Currículo Lattes....197
9.4.2 Graduação....199
9.4.2.1 Tipo de rede da instituição de ensino superior de origem....200
9.4.2.2 Região geográfica da instituição de ensino superior de origem....202
9.4.2.3 Curso de graduação....204
9.4.3 Pós-Graduação e Pós-Doutoramento....205
9.4.3.1 Doutorado sanduíche....205
9.4.3.2 Pós-graduação fora do IQUSP....205
9.4.3.3 Estágio de pós-doutoramento....206
9.4.4 Atuação Profissional....208
9.4.4.1 Origem e destino....208
9.4.4.2 Atividade profissional exercida....211
9.4.4.2.1 Universidade....213
9.5 Considerações do estudo....214

9.6 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto.....217
9.6.1 Análise descritiva.....218
9.6.2 Análise relacional.....218

10 Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina.....220

10.1 Introdução.....220
10.2 Metodologia.....222
10.2.1 Caracterização dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina.....222
10.2.1.1 Data de concessão do prêmio.....223
10.2.1.2 Grau de contribuição da química.....223
10.2.1.3 Presença de “químicos” entre os laureados.....224
10.2.1.4 Intervalo de tempo entre publicação da pesquisa e sua premiação com o Nobel.....224
10.2.1.5 Objeto de estudo no âmbito da química.....225
10.2.2 Paralelos entre os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.....225
10.2.3 Abordagem química na resolução de problemas relacionados à fisiologia/medicina 226
10.2.4 Interface entre química e fisiologia/medicina.....226
10.3 Resultados e discussão.....226
10.3.1 A química nas pesquisas em fisiologia/medicina.....226
10.3.1.1 Grau de contribuição da química.....226
10.3.1.2 Participação de pesquisadores da química nos trabalhos.....230
10.3.1.3 Intervalo de tempo entre publicação de resultados e premiação da pesquisa 231
10.3.1.4 Caracterizando substâncias e suas interações.....233
10.3.2 Paralelos entre os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.....236
10.3.2.1 Técnicas analíticas:.....237
10.3.2.2 Metodologias de síntese:.....238
10.3.2.3 Bases moleculares de processos biológicos:.....239
10.3.2.4 Outros.....241
10.3.3 Abordagem química na resolução de problemas relacionados à fisiologia/medicina 244
10.3.3.1 Pesquisas da química que instrumentalizaram estudos da fisiologia/medicina 244
10.3.3.2 Evolução das pesquisas nas áreas de fisiologia/medicina.....246
10.3.4 Interface entre química e fisiologia/medicina.....248

10.4 Considerações do estudo.....251
10.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto.....253
10.5.1 Análise descritiva.....254
10.5.2 Análise relacional.....255

11 Visão geral dos estudos de caso.....257
11.1 Análise comparativa dos estudos de caso.....259

12 Considerações finais.....264

13 Referências.....269

14 Anexo.....290

Apresentação

A presente tese é uma construção não linear. Os seus elementos constituintes básicos são estudos de caso, que foram planejados e executados em fases diversas do doutoramento, como resultado de perguntas atreladas tanto ao projeto inicial de pesquisa quanto às atividades que realizei previa e paralelamente ao desenvolvimento deste doutorado.

Isso exposto, apresento sucintamente cada uma das peças que compõem a obra final em ordem cronológica de sua edificação, somada a uma tentativa de delinear a origem de cada uma delas.

O primeiro estudo de caso, “A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”, apresenta uma análise de textos jornalísticos que fazem referência à química. Ele delineia, assim, a imagem pública dessa ciência em dois jornais de ampla audiência. O interesse pela temática iniciou-se ainda em 2011, no Ano Internacional da Química, quando participei de algumas ações de divulgação científica. O engajamento nessas atividades levou-me a reflexões sobre a imagem pública da química. Eis então que surgiu a ideia para essa pesquisa de partida.

O segundo estudo de caso foi designado “Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica”. A produção desse trabalho foi impulsionada pelo acesso que tive aos registros do AIQ na mídia, fornecidos pelo jornalista Mario Henrique Viana, que presta assessoria de imprensa à Sociedade Brasileira de Química. Essa circunstância, somada à experiência inicial de analisar registros de jornais, motivou o estudo sobre a divulgação do AIQ na mídia, que trata dos atores e ações envolvidos no evento, à luz de seus objetivos iniciais.

O terceiro estudo de caso, “Química Verde: geração e transposição de conhecimento”, guarda grande similaridade com o primeiro trabalho, do qual se aproveitaram a metodologia de pequisa e a temática ambiental, que era o foco do primeiro estudo em sua fase inicial de desenvolvimento. Assim, o estudo em questão reúne considerações sobre a pesquisa em química verde, inclusive no campo educacional, e a divulgação do assunto nos jornais e por pesquisadores da área. Pontuo, ainda, que já havia abordado o tópico “química verde” em levantamentos feitos ainda na graduação.

O quarto estudo de caso, “QNInt: portal de divulgação da SBQ”, seguiu no caminho da divulgação científica, explorando-se sua interface com o sistema educacional formal. Mais uma vez, circunstâncias externas ao doutorado favoreceram e estimularam a realização do estudo. Como assistente editorial do portal desde 2011 e com acesso aos arquivos de log do QNInt, dediquei-me ao estudo do portal, com a descrição mais acurada dos seus conteúdos e, principalmente, a análise do seu uso, de modo a conhecer melhor seu público e as formas de acesso ao QNInt.

O quinto estudo de caso foi nomeado “A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos”. Alguns aspectos motivaram a realização desse estudo, como a presença de vídeos de experimentos no QNInt, a inserção do portal nas redes sociais a partir de 2012 e o destaque que os vídeos tiveram quando do lançamento de um concurso promovido pelo portal, que contava com a publicação de vídeos. Desse modo, o estudo do YouTube representou a possibilidade de investigar mais um canal de divulgação científica, tendo a experimentação como foco da análise.

O sexto estudo de caso, “Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos”, originou-se com a minha atuação junto ao Centro de Memória do IQUSP. De posse dos nomes dos egressos da pós-graduação, interessei-me em saber mais sobre a origem deles, bem como sobre o seu destino, geográfico e profissional. Com essas perguntas em mente, efetuei um levantamento na plataforma Lattes, buscando dados sobre os pós-graduados pelo Instituto de 1970 a 2014. A concepção do IQUSP como um importante núcleo formador de recursos humanos em química para o país norteou a elaboração desse estudo.

O sétimo e último estudo de caso, “Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina”, foi idealizado em uma conversa sobre a imagem pública e a divulgação da química. Como tais questões naturalmente remetem à relevância da química e as interfaces dessa ciência com outros campos do saber, surgiu a ideia de investigar tais interfaces no âmbito dos Prêmios Nobel. Disso teve origem a caracterização dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e das relações de complementariedade com os Prêmios Nobel em Química.

A cada estudo de caso que se produzia, o olhar sobre o conjunto alterava-se. E, uma vez realizados os sete estudos, era emergente a necessidade de dar-lhes uma unidade para a confecção da tese como produto final do doutoramento. Em comum, todos apresentavam a química, em algum de seus aspectos ou relações, como objeto de análise. Mas, por não se considerar isso suficiente, outros pontos de similaridade foram levantados.

Todos discorrem sobre a química enquanto um corpo de conhecimentos que é parte integrante da nossa cultura. Todos fazem referência a grupos sociais que se relacionam com a química em maior ou menor grau, com propósitos variados, de modo direto ou indireto. Todos corroboram a ideia de que os conhecimentos em química apenas são transmitidos entre os membros da sociedade por meio da ação de pessoas.

Ponderações feitas, considerou-se pertinente avaliar as relações entre as pessoas e os conhecimentos, ou, em termos mais amplos, sociedade e cultura, sob a perspectiva da transmissão de conhecimentos no escopo da química. Para tanto, propôs-se tratar de tais questões por meio de um referencial analítico. A caracterização dessas relações é o eixo que articula os estudos de caso e norteia esta tese de doutorado.

1 Introdução

Em linhas gerais, pode-se definir o conhecimento como uma forma de apreender a realidade, orientada pela atividade intelectual ou por outros meios de experienciar o mundo. Esse conhecimento, por sua vez, pode permanecer no plano imaterial, quando se trata do entendimento de regras de convívio social, da interpretação de fenômenos naturais e do domínio de um idioma, por exemplo. Alternativamente, ele pode ser aplicado no plano material, concretizando-se na forma de construções civis, aparatos tecnológicos, entre outros.

A partir dessa proposição, tem-se que, desde os primórdios da vida em sociedade, as pessoas geram conhecimento e, por meio das mais diversas manifestações de linguagem, são capazes de transmiti-lo aos seus pares, com finalidades variadas. Contudo, para além da intencionalidade, é plausível assumir que tal transmissão é condição necessária para que o conhecimento concebido exista em uma dimensão social, permanecendo vivo com o passar das gerações.

Os conhecimentos são então transmitidos de geração em geração, ou entre membros da mesma geração, por meio das linguagens verbal e não-verbal, de forma direta ou suportada por meios de comunicação. Em um contexto sociocultural, aliás, pode-se considerar que os conhecimentos gerados pela humanidade chegaram até os níveis atuais de complexidade e quantidade graças, em grande parte, à possibilidade de registro do conhecimento e à evolução dos meios de comunicação.

Com efeito, é certo que o uso de representações gráficas como forma de comunicação, com destaque para o desenvolvimento da escrita, representou um passo relevante para a preservação do conhecimento ao longo do tempo. Analogamente, com o surgimento de outras formas de registro da informação, explorando-se outros canais de comunicação, ampliaram-se as possibilidades de preservar o conhecimento. De modo complementar, a disseminação do mesmo foi favorecida pelo desenvolvimento dos meios de comunicação, em especial daqueles de comunicação em massa.

Tais fatores mostraram-se determinantes para o acúmulo de conhecimento pela sociedade ao longo da história. Todavia, mais que acumulados, os conhecimentos são transformados quando da sua transmissão entre indivíduos. Por essa abordagem, admite-se que a interação social favoreça processos de aprendizagem que permitem aos indivíduos desenvolver conhecimentos de outra ordem de complexidade a partir da ressignificação do conhecimento transmitido.

Desse modo, diferentes aspectos parecem contribuir para viabilizar e impulsionar a difusão do conhecimento no tempo e no espaço. Reitera-se que tal difusão sempre conta com a participação de pessoas e a atuação das mesmas no sentido de transmitir os conhecimentos

gerados. É assim, portanto, que os conhecimentos são acumulados e transformados entre indivíduos e, em escala social, o legado cultural da humanidade torna-se mais rico.

Tais proposições aplicam-se às mais diversas instâncias de nosso legado cultural, incluindo os conhecimentos associados ao domínio da ciência e, mais especificamente, da química. Nessa perspectiva, o presente trabalho investigou casos de transmissão cultural entre diferentes grupos sociais. A química e os sujeitos relacionados ao seu estudo, à sua prática e disseminação estiveram no centro da análise, que, ao longo de sua extensão, contemplou também as interfaces estabelecidas tanto entre as pessoas quanto entre os conhecimentos.

A seguir, são feitas algumas considerações sobre aspectos concernentes ao trabalho.

1.1 Sociedade, cultura e transmissão cultural

Para Cotanda (2014), nas ciências humanas e sociais, é praticamente impossível conceituar termos abstratos sem que seja necessário recorrer a teorias e, por extensão, aos seus autores. Disso decorre a polissemia de uma infinidade de palavras, como “identidade”, “moral”, “sistema” etc, bem como de expressões que resultam da combinação de vocábulos polissêmicos. Contudo, a despeito da pluralidade de significados atribuídos a tais termos, é razoável assentir que as múltiplas acepções de cada palavra guardam similaridades entre si.

O termo “sociedade”, por exemplo, é de uso recorrente na vida cotidiana, sendo objeto de estudo de inúmeras disciplinas. Em comum, várias definições compartilham a ideia de “seres vivendo em grupo”. Segundo Mocellim (2011), no âmbito da sociologia, o conceito de sociedade é comumente associado a um modo de vida moderno e ao processo de individualização. O autor acrescenta que a discussão acerca do termo costuma contrapor os conceitos de sociedade e comunidade, dicotomia originalmente explorada pelo sociólogo alemão Ferdinand Tönnies, em sua obra mais conhecida, “Comunidade e Sociedade” (“Gemeinschaft und Gesellschaft”), publicada em 1887.

De acordo com Bellebaum (1995), Tönnies associa comunidade a uniões baseadas em laços familiares, de vizinhança e de amizade, cujos integrantes naturalmente compartilham valores, costumes, formas de pensar, entre outras características, apesar de haver elementos que os diferenciam; ao passo que a sociedade seria marcada pela individualização de seus membros, mantidos coesos por fatores que transcendem sua subjetividade.

Nas palavras do sociólogo alemão:

> THE THEORY of the Gesellschaft deals with the artificial construction of an aggregate of human beings which superficially resembles the Gemeinschaft in so far as the individuals live and dwell together peacefully. However, in the Gemeinschaft they remain essentially united in spite of all separating factors, whereas in the Gesellschaft they are essentially separated in spite of all uniting factors (Tönnies, 2002, p. 64-65).

Assim, por essa visão, a sociedade seria uma forma de organização social posterior à comunidade, tendo surgido em decorrência de agrupamentos cada vez maiores, nos quais a diversidade de seus membros manifesta-se com maior intensidade. Ademais, sob tal perspectiva, destaca-se o caráter dinâmico dessas aglomerações, assim como a possibilidade de interseção dos conjuntos sociais formados, uma vez que as pessoas podem se agrupar de diferentes modos conforme suas similaridades e particularidades.

De modo análogo, cultura é outro termo de conceituação controversa para diversas disciplinas, como a sociologia, a antropologia, a psicologia etc. A Unesco (2018a) salienta que há várias acepções para a palavra e aponta que uma definição bastante utilizada é a do antropólogo britânico Edward Burnett Tylor, cuja obra principal, “Primitive Culture”, foi publicada pela primeira vez em 1871.

Já no primeiro capítulo do livro, o autor apresenta uma definição para cultura, equiparando cultura e civilização: “CULTURE or Civilization, taken in its wide ethnographic sense, is that complex whole which includes knowledge, beliefs, arts, morals, laws, customs, and any other capabilities and habits acquired by man as a member of society” (Tylor, 2007, p.1).

Wagner (2012) acentua que a cultura é essencialmente uma invenção humana que emerge das relações interpessoais. O autor acrescenta que cultura pode ser entendida como uma somatória de conhecimentos, que contemplam as coisas que pensamos e que fazemos, além da maneira como as fazemos, tanto no âmbito das ideias e pensamentos quanto no âmbito material e tangível. Em um exemplo prático, Wagner (2012) observa que um encanador, ao trocar um cano, faz uso de técnicas e artefatos que fazem parte da cultura humana.

Tais perspectivas ressaltam a existência da cultura em uma dimensão social e como algo que não é inato ao ser humano, posto que seria adquirida ou criada na vivência em sociedade. Ademais, é possível compreender que o conhecimento tangencia diferentes elementos representativos de uma cultura, além de ser ele próprio um elemento cultural, de modo que cultura e conhecimento revelam-se amplamente imbricados, assim como cultura e sociedade.

Dessa forma, tomando-se a cultura em seu contexto social, é inevitável a emergência de outra questão, que é a transmissão cultural entre as pessoas. Tomasello (2003) apresenta uma visão evolucionista do assunto, argumentando que o ser humano é dotado de habilidades cognitivas tais que lhe permitem adquirir conhecimento e transferi-lo aos seus pares de forma que nenhuma outra espécie é capaz de fazer. O autor complementa que a transmissão leva ao acúmulo de conhecimentos, bem como de modificações que podem acontecer no processo de sua apropriação.

Valsiner (2003) descreve dois modelos gerais de transmissão cultural que são bastante discutidos na área acadêmica, intitulados por ele de “unidirecional” e “bidirecional”. Porém, antes mesmo de apresentar os dois modelos, o autor já se posiciona em defesa do segundo ao afirmar que “Culture ‘transfer’ includes transformation of what is being ‘transferred’” (Valsiner, 2003, p. 16).

Conforme Valsiner (2003), o modelo unidirecional considera o receptor da mensagem cultural um sujeito passivo, que não reorganiza aquilo que lhe é transmitido, enquanto o sujeito que pretende transferir determinado conteúdo busca fazê-lo de forma a garantir a reprodução exata do mesmo. Já o modelo bidirecional, que poderia ser chamado também de multidirecional, prevê que a transmissão de conhecimento conta com a participação ativa de todos os envolvidos no processo; essa participação, por sua vez, leva à ocorrência de transformações, tanto na codificação quanto na decodificação da mensagem cultural.

Freitas (2013) compartilha do modelo bi ou multidirecional defendido por Valsiner (2003) e, com base nesse posicionamento, define o processo de transmissão cultural como “um movimento construído nas relações em que as pessoas estabelecem com seus pares, que resultam em transformações, construções, criações e manutenções de aspectos da cultura ao longo do tempo” (Freitas, 2013, p. 65).

Ao estudar a transmissão cultural em situação de laboratório, Freitas (2013) analisou três mecanismos pelos quais esse processo pode ocorrer, fazendo isso em condições experimentais que simulavam a transmissão de conhecimento entre gerações. Conforme apresentado pelo autor, tal transmissão pode ocorrer por meio do trabalho colaborativo com a geração anterior, pelo contato com os artefatos culturais produzidos pela geração anterior ou por meio da observação da geração anterior em atividade. Nos três casos, foram constatadas regularidades e transformações que caracterizam o processo de transmissão cultural no decorrer do tempo.

Ainda na esfera das conceituações, nota-se claramente que muitos dos termos associados à transmissão cultural remetem ao campo da comunicação, tais como mensagem, decodificação, direcionalidade, emissor, entre outros. A palavra comunicar, por sua vez, vem do latim “communicare”, que significa tornar algo comum. No plano da transmissão cultural, é possível afirmar que esse “algo” é a cultura. De fato, Sousa (2006) menciona que a comunicação, referida como um processo e uma atividade social, tem inúmeras funções e propriedades, dentre as quais está a de contribuir para a transmissão e reprodução de aspectos culturais.

Uma vez introduzida no universo da comunicação, a noção de transmissão cultural também traz consigo a ideia de meio de comunicação. Thompson (1995) entende como modalidade de transmissão cultural aquilo que é comumente chamado de meio de comunicação, como telefone, rádio, jornal, fala etc. Tais modalidades podem ser caracterizadas segundo vários aspectos, dentre eles os graus de fixação e de reprodução do meio empregado na comunicação; enquanto o primeiro está relacionado à possibilidade de preservação da mensagem com o passar do tempo, o segundo diz respeito à extensão do público alcançado na transmissão da mensagem (Thompson, 1995).

Sob essa ótica, é aceitável propor que o enriquecimento do legado cultural da humanidade ao longo da história, considerando-se sua diversificação e expansão, foi amplamente favorecido pelo desenvolvimento dos meios de comunicação. Por outro lado, não se deve ignorar o fato de

que os meios de comunicação, de modo geral, são produtos da atividade humana; logo, fazem parte da nossa cultura.

1.2 Cultura científica

Cultura científica é um termo polissêmico, cuja pluralidade de significados origina-se, em parte, da dificuldade intrínseca de se definir as palavras “cultura” e “ciência”. Após uma breve discussão sobre cultura, cabe aqui apresentar algumas considerações sobre o que se entende por ciência.

De acordo com Chaui (2009), a ciência é uma atividade humana que busca entender a realidade por meio de investigações metódicas e sistemáticas para explicá-la a partir da elaboração de teorias que sejam internamente coerentes. Godin e Gingras (2000) também atribuem à ciência um caráter teórico-prático ao caracterizá-la por dois aspectos: “as a corpus of conceptual and experimental methods that allow the investigation of objects pertaining to the natural or social worlds; and as the body of knowledge derived from these investigations” (Godin; Gingras, 2000, p. 44).

Com base apenas nessas definições, já seria pertinente a proposição do termo “cultura científica”, que poderia ser tomado como um conjunto de conhecimentos e práticas próprios dos cientistas, que os transmitiriam de geração em geração. Por essa perspectiva, a cultura científica seria restrita a um determinado grupo social. Entretanto, tais fronteiras dissipam-se quando a atuação do cientista e as implicações da atividade científica são pensadas para além dos limites dos laboratórios.

Com efeito, para Pérez et al. (2001), dissociar o cientista e, por extensão a ciência, de seus contextos histórico, social, político e, mais amplamente, cultural implica ignorar o caráter social do trabalho científico. Os autores complementam que o cientista influencia o meio em que vive, assim como está sujeito às influências do mesmo. No que concerne à relevância social da ciência, é certo que a solução de inúmeros problemas sociais passa pela atividade científica. Porto (2011) vai além e afirma que a influência social da ciência, em uma visão contemporânea, estende-se às maneiras de agir, pensar e se comunicar dos indivíduos, acrescentando que a ciência faz parte da constituição da sociedade.

Sob tais perspectivas, delineiam-se então as relações entre ciência e cultura. Godin e Gingras (2000) exploram essas relações ao propor um modelo de cultura científica segundo o qual a ciência (associada à tecnologia pelos autores) é apresentada como sendo parte integrante da cultura. Isso seria um diferencial perante outros modelos, pois as diferentes abordagens sobre ciência e cultura encontradas na literatura tendem a apresentar as duas concepções em campos distintos, que, no máximo, conectam-se entre si pela ação de

mediadores, como especialistas em comunicação científica, que constroem pontes entre os dois campos (Godin; Gingras, 2000).

Incorporar a ciência ao domínio da cultura tem como consequência fundamental a diversificação dos grupos sociais que, de alguma forma, passam a dialogar com a ciência. Em princípio, é possível admitir que toda a sociedade, não apenas os cientistas, torna-se parte interessada quando se trata de questões relacionadas à ciência. Logo, por esse entendimento, não é cabível limitar as discussões sobre ciência ao âmbito da produção do conhecimento científico, sendo necessário conceber outras possibilidades de interface entre ciência e sociedade.

No modelo de cultura científica proposto por Godin e Gingras (2000), as interfaces surgem como modos de apropriação da ciência, que embasam a própria conceituação do termo: “scientific and technological culture is the expression of all the modes through which individuals and society appropriate science and technology” (Godin; Gingras, 2000, p. 44). Nessa definição, também é válido reparar na presença dos termos “indivíduos” e “sociedade”, que constituem o que os autores chamam de “individual dimension” e “social dimension” do modelo de cultura científica em questão.

Quanto aos modos de apropriação, são apresentados três: i. “learning mode”, que representa todos os modos pelos quais as pessoas têm acesso aos conhecimentos, práticas e valores da ciência, em graus variados de profundidade; ii. “implication mode”, por meio do qual os indivíduos aplicam aquilo que aprenderam sobre ciência para além do seu campo de atividade principal; e iii. “socio-organizational mode”, que leva à organização de instituições para apoiar e regular atividades de ciência (Godin; Gingras, 2000).

Interfaces entre ciência e sociedade também são abordadas na “espiral da cultura científica”, metáfora desenvolvida por Vogt (2003) para expressar a dinâmica dos atores e das ações envolvidas nas mais diversas atividades relacionadas à ciência em âmbito social.

A chamada espiral da cultura científica representa graficamente tal dinâmica e dispõe os atores e ações em quadrantes, conforme seguem: i. produção e difusão da ciência, que se refere à produção do conhecimento científico e sua comunicação entre cientistas; ii. ensino e formação de cientistas, que contempla cientistas e professores atuando em diferentes níveis educacionais, inclusive na formação de novos cientistas; iii. ensino para ciência, que abrange museus e centros culturais em geral, voltados para comunicação da ciência entre estudantes e público jovem; e iv. divulgação da ciência, com a participação de jornalistas e cientistas na tarefa de comunicar ciência para a sociedade em geral (Vogt, 2003).

Em 2012, Vogt tece considerações complementares sobre a metáfora da espiral da cultura científica, afirmando que os dois primeiros quadrantes estão associados à produção e reprodução do conhecimento científico, enquanto os dois últimos relacionam-se ao que ele chama de apropriação desse conhecimento. Outra distinção feita é quanto à natureza do discurso circulante em cada quadrante, sendo ele mais polissêmico, ou polifônico, nos casos de

difusão e divulgação da ciência, e mais monossêmico, ou monofônico, nos contextos educativo e formativo indicados no segundo e no terceiro quadrantes.

A figura 1 mostra a representação gráfica do modelo de cultura científica proposto por Vogt (2003, 2012).

FIGURA 1. Espiral da cultura científica.

As quatro dimensões da cultura científica dispostas graficamente na forma de uma espiral.
Adaptada de Vogt (2003, 2012).

No mesmo trabalho, Vogt sumariza os aspectos discutidos e apresenta a seguinte definição para cultura científica:

> The set of factors, events and actions of mankind in the social processes dedicated to the production, the dissemination, the teaching and the publication of scientific knowledge constitutes the conditions for the development of a particular type of culture, quite commonplace in the contemporary world, which may be called scientific culture (Vogt, 2012, p. 4).

Nota-se que, nessa concepção de cultura científica, assim como na de Godin e Gingras (2000), diferentes setores da sociedade fazem parte do que os autores chamam de cultura científica. Igualmente diversas são as ações desempenhadas pelos indivíduos, que atuam no sentido de suportar, desenvolver, legitimar e propagar a atividade científica e os conhecimentos por ela gerados.

1.3 Química como elemento cultural

Segundo Maar (2008), a química tem sua gênese há 7000 anos, muito embora ela tenha sido reconhecida como ciência somente no século XVII. O autor lhe atribui uma origem tão longínqua ao considerar como “atividades químicas” uma série de “artes práticas primitivas”, que envolvem os conhecimentos relacionados à produção e/ou aplicação de substâncias e materiais diversos, tais como metais, minerais, vidros, cerâmicas, corantes e medicamentos.

Para Maar (2008), no desenvolvimento das artes práticas encontram-se as primeiras reflexões teóricas acerca da origem da matéria e de suas transformações, assim como os primórdios dos procedimentos experimentais que sustentam a atividade química. Ao definir o escopo da química, o autor expõe os pontos comuns entre esta e as artes práticas: “A origem da matéria, as transformações da matéria e a caracterização das diferentes espécies de matéria constituem o campo de trabalho e estudo da química e das “artes” que a antecederam no plano histórico” (Maar, 2008, p. 14).

Das artes práticas à chamada “Química Moderna”, iniciada no século XVIII, observou-se um aumento da importância conferida à elaboração de teorias e ao diálogo destas com a experimentação, cada vez mais sistemática (Maar, 2008). Em termos práticos, isso se refletiu na proposição de inúmeras teorias, além de modelos e leis, para explicar a natureza da matéria e suas transformações, que deveriam estar em consonância com as observações experimentais. Desse modo, o desenvolvimento da química foi acompanhado de mudanças substanciais na maneira de pensar a natureza, bem como de intervir no meio que nos cerca, com a caracterização e transformação da matéria em suas diferentes formas de apresentação.

Atualmente, cerca de 140 milhões de substâncias, além de quase 70 milhões de sequências biológicas, encontram-se registradas na literatura (CAS, 2018). Esses números referem-se a compostos naturais ou sintéticos dos mais variados tipos, incluindo sais, polímeros, minerais, ácidos nucleicos, ligas, entre outros – dos quais se tem dados sobre propriedades físico-químicas, estrutura molecular, métodos de síntese, nomenclatura etc (CAS, 2018). É interessante notar que 75 milhões dessas substâncias foram registradas somente entre 2005 e 2015, sendo este o ano em que a marca de 100 milhões foi atingida (CAS, 2015). Isso aponta não apenas o crescimento acelerado da atividade científica em química, mas também a difusão cada vez mais rápida do conhecimento gerado.

Como pontuam Le Couteur e Burreson (2006), muitas dessas substâncias podem ser associadas tanto a eventos históricos quanto a mudanças em aspectos diversos da vida em sociedade. Os autores expõem as relações entre a química e a história ao reportar, de forma contextualizada, a síntese de substâncias (novas ou já existentes na natureza) e também ao evidenciar como o desenvolvimento da química propiciou o entendimento, em nível molecular, de produtos que tanto influenciaram a história em outras épocas.

Dentre os vários casos selecionados por Le Couteur e Burreson (2006), citam-se três: i. a síntese de corantes, exemplo da produção em laboratório de substâncias naturais, bem como de outras versões sintéticas, o que nos tornou menos dependentes da natureza como fonte desses produtos; ii. a síntese do primeiro anticoncepcional oral, considerado crucial para a revolução sexual observada na década de 1960, com repercussões na constituição da estrutura familiar e, mais amplamente, na organização social; e iii. a síntese do DDT, inseticida cuja aplicação contribuiu para evitar a morte por malária de milhões de pessoas e, por outro lado, trouxe graves prejuízos ao meio ambiente, exemplificando os potenciais benefícios e riscos relacionados à mesma substância.

Além dos casos de síntese, Le Couteur e Burreson (2006) discorrem sobre outros em que o desenvolvimento da química possibilitou um novo olhar para fatos e comportamentos observados no decorrer da história. Um dos casos abordados refere-se às especiarias, cuja importância impulsionou as grandes navegações, incentivou processos de colonização e fomentou o comércio em escala mundial. As propriedades inseticidas e antissépticas atribuídas a tais produtos (das quais decorria parte do seu valor) foram estudadas em nível molecular somente no século XX. Na mesma linha, os autores apresentam as chamadas “moléculas de bruxaria”, em referência às substâncias com propriedades alucinógenas ou medicinais encontradas em alguns produtos naturais. Associados à bruxaria na Idade Média, tais produtos foram igualmente estudados pela química tempos depois.

A química ainda contribui com a geração de conhecimento em outros campos do saber. Na relação de Prêmios Nobel concedidos à fisiologia ou medicina, à física e à química, há vários exemplos de interdisciplinaridade entre as áreas, tais como (Nobel, 2018): i. Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina de 1988, pelo desenvolvimento de drogas mais eficientes a partir do estudo das doenças e dos princípios bioquímicos subjacentes, com claras implicações para o tratamento de doenças; ii. Prêmio Nobel em Física de 1903, pelas descobertas acerca do fenômeno da radioatividade, aprofundando o conhecimento sobre a natureza da matéria, com posterior aplicação do mesmo em outros campos, inclusive na saúde; e iii. Prêmio Nobel em Química de 1960, pelo desenvolvimento de método usando C-14 para análise de amostras de interesse para arqueologia, geologia e outras ciências.

A química se faz presente no cotidiano das pessoas também por meio de normas regulatórias, outro modo pelo qual a cultura de uma sociedade manifesta-se. Inúmeras leis que tratam da qualidade de produtos, como alimentos, medicamentos, combustíveis etc, baseiam-se na composição química dos mesmos, em termos qualitativos e/ou quantitativos. Em certos casos, a proposição das leis foi motivada e justificada por resultados de pesquisa. Como exemplo, pode-se citar o Projeto de Lei 5.483/2016, que “dispõe sobre a proibição da utilização da substância bisfenol-A na fabricação e envasamento de alimentos, bebidas, medicamentos, utensílios, embalagens e recipientes” (Brasil, 2016). Analogamente, há normas que especificam

padrões de qualidade para sistemas terrestres, como Resolução CONAMA 03/1990, que “dispõe sobre padrões de qualidade do ar” (Brasil, 1990).

Outra forma de expressão da cultura é a linguagem, por meio da qual a cultura também é transmitida. A partir dessa proposição, é pertinente pensar na química enquanto palavra e, de modo mais geral, como elemento simbólico. Segundo Wagner (2012), a atribuição de significados aos elementos simbólicos depende das associações estabelecidas entre eles dentro de um determinado contexto. Sendo assim, é aceitável assumir que a palavra “química” pode adquirir significados distintos conforme o contexto e os interlocutores da mensagem transmitida. Com efeito, o uso da palavra “química” é amplo e de maneira alguma está restrito ao âmbito das pesquisas científicas e das publicações acadêmicas.

Ferreira (2007) avalia que o vocábulo apresenta conotação positiva apenas quando faz alusão ao amor e às relações pessoais em geral; na maior parte dos contextos, porém, tornou-se sinônimo de algo nocivo. Ademais, a palavra “química” é comumente relacionada a produtos artificiais, em geral considerados prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, em oposição aos produtos naturais (Pereira; Rezende, 2016). Em termos sintáticos, o vocábulo pode se combinar a outros termos, originando expressões sem valoração positiva ou negativa a priori, como “análise química”, “composição química” etc. Contudo, em outras circunstâncias, a palavra “química” faz parte de expressões que possuem uma conotação negativa, como “arma química”, “dependência química”, “pneumonia química”, “explosão química”, “contaminação química”, entre outras.

Para Wagner (2012), a escolha das palavras em um discurso e as interpretações que lhes são possíveis refletem aspectos culturais de uma sociedade. Assim, é razoável considerar o uso disseminado da palavra “química” como um indicativo de que a química é sim um elemento cultural. Outrossim, quando se entende a química como um conjunto de teorias e práticas que geram conhecimentos, ela também se define como parte da cultura. O mesmo ocorre, enfim, quando se pensa em todas as formas de apropriação da química pela sociedade, bem como nas relações da química com outros elementos culturais.

1.4 Comunidade de química

Como mencionado previamente, embora a química tenha adquirido o status de ciência apenas no século XVII, as artes práticas - que fazem parte do que Maar (2008) chama de Protoquímica - iniciaram-se muitos séculos antes. No decorrer da história, portanto, várias gerações de pessoas têm se dedicado ao estudo e às práticas químicas nos diferentes campos de inserção da química na sociedade, que compreendem a ciência, a economia e a educação.

Assim, enquanto alguns o fazem com uma abordagem mais teórica, com finalidade investigativa e concentrados na pesquisa científica, outros voltam-se ao mundo da produção e

da tecnologia, ocupando-se da atividade industrial. Há ainda quem se dedique em difundir os conhecimentos gerados pela química, transmitindo-os para outras pessoas em diferentes níveis de abrangência e complexidade. Em tempos contemporâneos, pode-se afirmar que todos eles compartilham uma base comum de conhecimentos em química, que se aprofunda e se diversifica a depender da função desempenhada. Sob tal perspectiva, essas pessoas configuram aquilo que se pode chamar de profissionais da química.

Em âmbito nacional, eles são técnicos em química, bacharéis, licenciados ou tecnólogos em química, ou ainda engenheiros químicos. Com formação técnica ou de nível superior, tais profissionais devem ser associados a um dos vários Conselhos Regionais de Química (CRQ) existentes no país. Estes, juntos com o Conselho Federal de Química (CFQ), foram criados pela Lei 2.800/1956, que "dispõe sobre o exercício da profissão de químico" (Brasil, 1956). Com representantes de escolas, universidades, instituições de pesquisa e indústrias, o sistema formado por CFQ/CRQ fiscaliza o trabalho dos químicos e busca assegurar a qualidade de produtos e serviços prestados na área, a fim de evitar que o mau uso dos conhecimentos em química cause prejuízos à sociedade (CFQ, 2018)[1].

Outra entidade que reúne químicos de todo o país é a Sociedade Brasileira de Química (SBQ), uma sociedade científica fundada em 1977 com a finalidade de "desenvolver, integrar, divulgar e promover a pesquisa, a educação e a aplicação responsável da excelência e do conhecimento químico" (SBQ, 2018)[2]. Com aproximadamente 4000 sócios, dentre cientistas, professores e estudantes, a SBQ destaca-se por: i. organizar eventos científicos, como as Reuniões Anuais da SBQ, e ações de divulgação da química; ii. possuir convênios com outras sociedades científicas de relevância internacional; iii. representar a química perante órgãos associados ao fomento e à regulação da ciência e tecnologia no Brasil; iv. editar periódicos e portais voltados à difusão e divulgação da química (SBQ, 2018).

No setor industrial, a Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim) é uma entidade sem fins lucrativos que tem como missão "promover o aumento da competitividade e o desenvolvimento sustentável da indústria química instalada no País" (Abiquim, 2018a). Fundada em 1964, a associação trabalha para atender às demandas da indústria química (Abiquim, 2018b), possuindo 165 empresas associadas, incluindo indústrias de diferentes portes e empresas que prestam serviços ao segmento (Abiquim, 2018c). Em nível local, há um grande número de sindicatos dos químicos espalhados pelos país, mas concentrados sobretudo na região Sudeste. De modo geral, tais instituições apresentam-se como organizações empenhadas

---

1 Na maioria dos países, entretanto, a atuação profissional dos químicos não é regulada por uma entidade de classe tal como o sistema CFQ/CRQ, o que torna o contexto brasileiro bastante peculiar em relação a esse aspecto.

2 Historicamente, a "Sociedade Brasileira de Chímica", fundada em 1922, foi a primeira instituição brasileira que congregou profissionais de diversas áreas dedicados ao desenvolvimento e às aplicações da química. Em 1939, surgiu mais uma associação, a "Associação Química do Brasil", que reunia somente químicos. Tempos mais tarde, em 1951, ocorreu a fusão dessas duas entidades, originando uma nova associação, a "Associação Brasileira de Química". A ABQ existe até os dias atuais e, desde sua criação, manteve-se sempre engajada em projetos e atividades destinadas à promoção do conhecimento e da educação em química (ABQ, 2018).

em representar os interesses e direitos dos trabalhadores das indústrias químicas, dentre os quais se incluem muitos profissionais da química.

Na área da educação, não existe no Brasil uma entidade que congregue exclusivamente professores de química, mesmo considerando aqueles que atuam na educação básica. Neste ponto, cabe apontar a existência de cerca de 8 milhões de matrículas no ensino médio (INEP, 2017), do que decorre a necessidade de um grande número de professores para lecionar a disciplina. Entretanto, mesmo não havendo uma entidade que represente especificamente os professores de química, observa-se a ocorrência de iniciativas voltadas a esse grupo de profissionais. Como exemplos, podem ser citados os recursos educacionais e as publicações que têm como objetivos instrumentalizar o professor em sua prática docente e fomentar reflexões acerca da mesma, assim como os congressos acadêmicos e grupos de pesquisa com foco na pesquisa em ensino de química[3].

Em contexto internacional, pessoas ligadas à pesquisa, à indústria e ao ensino de química também participam de organizações sociais, a fim de atuar em nível institucional. Dentre as sociedades científicas, mencionam-se a American Chemical Society (ACS) e a Royal Society of Chemistry (RSC), dos Estados Unidos e do Reino Unido, respectivamente, ambas fundadas ainda no século XIX. No setor econômico, as indústrias norte-americanas e as alemãs, por exemplo, têm seus interesses representados pelo American Chemistry Council (ACC) e pela Verband der Chemischen Industrie (VCI), respectivamente. Na área de ensino, destaca-se a American Association of Chemistry Teachers (AACT), braço educacional da ACS.

A formação de comunidades que representam os interesses, as áreas de atuação e a formação de determinados grupos sociais parece ser uma prática recorrente na sociedade. No caso dos químicos e das instituições às quais eles se associam, constata-se que os grupos constituídos correspondem principalmente aos campos de inserção da química. É interessante observar que os profissionais da química podem fazer parte de mais de um grupo ao mesmo tempo e que as entidades formadas mantêm relações de colaborações entre si em determinadas circunstâncias. Mais ainda, tais grupos podem e, muitas vezes, necessitam estabelecer diálogos com outras esferas da sociedade.

---

3 Nominalmente, são exemplos dessas iniciativas o portal Química Nova Interativa e o periódico Química Nova na Escola (publicações da SBQ abordadas no capítulo 7 desta tese), além do ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química (evento científico que ocorre regularmente desde 1982) e do GEPEQ - Grupo de Pesquisa em Educação Química (grupo de pesquisa atuante desde em 1984).

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Caracterizar as relações entre cultura e sociedade por meio da transmissão de conhecimento científico na área de química.

2.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral proposto, definem-se os seguintes objetivos específicos:

i. Identificar modos de transmissão do conhecimento em química entre diferentes grupos sociais.

ii. Caracterizar as relações sociais que se estabelecem entre a comunidade de química e membros externos à mesma, bem como no âmbito de cada agrupamento.

iii. Situar os conhecimentos da química no plano da ciência e da cultura.

3 Proposição do referencial analítico

Para a consecução dos objetivos deste trabalho, foi proposto um referencial analítico para tratar das questões a serem investigadas. Na primeira etapa dessa proposição, foram realizados estudos de caso abordando a transmissão de conhecimentos na área de química entre membros da comunidade de química e outros grupos sociais. Procedeu-se então à seleção das dimensões, categorias e subcategorias que constituiriam o referencial analítico, definindo-se o escopo de cada um de seus elementos. Na sequência, os estudos de caso foram examinados à luz do referencial concebido, com a apresentação dos resultados obtidos na forma de um diagrama.

A seguir, descrevem-se em detalhes as etapas do trabalho.

3.1 Elaboração dos estudos de caso

Foram realizados sete estudos de caso envolvendo diferentes aspectos da cultura científica, com ênfase na área de química. Os títulos dos estudos são listados a seguir:

i. A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo;

ii. Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica;

iii. Química Verde: geração e transposição de conhecimento;

iv. QNInt: portal de divulgação da SBQ;

v. A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos;

vi. Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos;

vii. Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina.

Em conjunto, eles versam sobre questões como a difusão, a divulgação e o ensino da química, assim como a formação profissional do químico e a imagem pública dessa ciência.

Embora alguns estudos valham-se de aspectos metodológicos desenvolvidos no primeiro estudo (“Imagem pública da química”) e o tomem como referência em vários momentos, as pesquisas são, em boa medida, independentes uma da outra. Cada qual possui seu próprio aporte teórico, além de questões e objetivos de pesquisa igualmente particulares.

Ainda quanto à metodologia, em todos os casos, fez-se uso de uma abordagem investigativa de caráter qualitativo-quantitativo. De modo geral, a apreciação qualitativa dos dados correspondeu à classificação dos conteúdos analisados (vídeos, notícias de jornal, currículos etc) em categorias estabelecidas para cada estudo. Para a avaliação quantitativa, fez-se uso de estatística descritiva, com cálculo da frequência de ocorrência e co-ocorrência dos dados.

O quadro 1 apresenta uma descrição de cada estudo realizado, quanto: i. às pessoas e/ou instituições que fizeram parte da análise; ii. ao corpus de informações analisadas, em termos qualitativos e quantitativos; iii. ao período a que se referem os dados coletados; e iv. aos principais descritores analíticos empregados.

QAUDRO 1. Súmula dos estudos de caso.

Estudo de caso	Pessoas/Instituições envolvidas na análise	Corpus de informações analisadas	Período investigado	Descritores analíticos
A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo	Jornalistas, pesquisadores e professores de química, indústrias químicas, especialistas não químicos e público geral.	5541 notícias de jornal.	2008 a 2012	Grau de relevância da química, assinatura, conteúdo reportado, referência geográfica, fonte consultada, implicações do conhecimento científico, setor de inserção, imagem da química.
Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica	Pesquisadores e professores de química, indústrias químicas, CFQ/CRQ, SBQ, imprensa, outras fontes de divulgação e público geral.	774 registros na mídia sobre o AIQ.	2011	Contextualização do AIQ, importância da química, ação divulgada, descrição das ações, fonte divulgadora, área profissional, menção a cientista.
Química Verde: geração e transposição de conhecimento	Jornalistas, pesquisadores e professores de química, indústrias químicas, especialistas não químicos e público geral.	i. 3 plataformas de pesquisas; ii. 50 grupos de pesquisa cadastrados na plataforma Lattes; iii. 116 notícias de jornal.	1990 a 2013	i. Ano de publicação do artigo; tipo de artigo educacional. ii. Presença de atividades de “Educação e Popularização de C&T” e inserção dessas atividades na mídia. iii. Origem do jornal, ano de publicação, grau de destaque da química na notícia, destaque da QV, definição de QV, foco da definição, princípios da QV referidos, contexto da notícia, conteúdo reportado, setor de inserção da química.

Abreviações: CFQ/CRQ: Conselho Federal de Química/Conselhos Regionais de Química; SBQ: Sociedade Brasileira de Química; QNInt: Química Nova Interativa; AIQ: Ano Internacional da Química; QV: Química Verde; C&T: Ciência e Tecnologia; IQUSP: Instituto de Química da Universidade de São Paulo; IES: Instituição de Ensino Superior; PNFM: Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina; PNQ: Prêmio Nobel em Química.

(continua)

Estudo de caso	Pessoas/Instituições envolvidas na análise	Corpus de informações analisadas	Período investigado	Descritores analíticos
QNInt: portal de divulgação da SBQ	SBQ, pesquisadores e professores de química, estudantes e público geral.	Cerca de 3 milhões de acessos ao portal.	2010 a 2012	Conteúdos do portal, período e modo de acesso, termos de busca e indícios de pesquisa baseada em demanda escolar
A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos	Pesquisadores e professores de química, divulgadores de ciência, estudantes e público geral.	733 vídeos.	2007 a 2015	Grau de relevância da química, data de publicação, ocorrência de experimento, duração do vídeo, idioma, mídia, protagonista, postagem, materiais e reagentes, conceito químico, explicação.
Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos	Pesquisadores e professores de química, indústrias químicas, estudantes.	1765 currículos cadastrados na plataforma Lattes.	1970 a 2014	Graduação (curso e IES), pós-graduação (estágio externo, nível e período), pós-doutoramento (tempo e local) e atuação profissional (setor e região).
Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina	Pesquisadores e público geral.	107 Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e 108 Prêmios Nobel em Química.	1901 a 2016	Grau de contribuição da química, data do prêmio, presença de “químicos” entre os laureados, intervalo de tempo entre publicação da pesquisa e sua premiação, objeto de estudo no âmbito da química, paralelos entre PNFM e PNQ.

Abreviações: CFQ/CRQ: Conselho Federal de Química/Conselhos Regionais de Química; SBQ: Sociedade Brasileira de Química; QNInt: Química Nova Interativa; AIQ: Ano Internacional da Química; QV: Química Verde; C&T: Ciência e Tecnologia; IQUSP: Instituto de Química da Universidade de São Paulo; IES: Instituição de Ensino Superior; PNFM: Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina; PNQ: Prêmio Nobel em Química.

Neste trabalho, os estudos realizados são apresentados de forma independente, em capítulos próprios. As referências bibliográficas, porém, são listadas em sua íntegra ao fim da tese. Para cada estudo, finalizada a seção “Considerações do estudo”, segue-se uma seção destinada à aplicação do referencial analítico proposto, na qual se examina cada caso à luz desse referencial. É importante salientar que tal apreciação tem como base não apenas os resultados de cada estudo, ou seja, aquilo que se apresenta na seção “Resultados e discussão” de cada capítulo. A avaliação levou em conta o estudo em sua completude, extrapolando, eventualmente, o universo de dados coletados e analisados em cada caso.

3.2 Dimensões e categorias do referencial analítico

O referencial analítico é pautado pelas seguintes premissas: i. a atividade científica gera conhecimento e ambos fazem parte da cultura científica e, em termos mais amplos, do nosso legado cultural; ii. o conhecimento gerado pela atividade científica é transmitido por pessoas e entre pessoas, que vivem em sociedade e podem se apropriar dele por diferentes meios e com diferentes finalidades; iii. a transformação do conhecimento ocorre em qualquer situação de transmissão cultural.

Com base nessas premissas, foram propostas três dimensões de análise, cada qual originando (sub)categorias analíticas. Esses elementos são apresentados no quadro 2.

QUADRO 2. Elementos constituintes do referencial analítico proposto.

Dimensão	Categorias e subcategorias	
Sociedade	Comunidade de química	
	Outros grupos sociais	
Cultura	Científica	Científica - química
		Científica - outra
	Não-científica	
Transmissão	Difusão científica	
	Ensino e formação	
	Divulgação científica	

A dimensão “sociedade” e a categoria “outros grupos sociais” são melhor definidas em função da categoria “comunidade de química”.

Tendo como base Tönnies (2002), entende-se por “comunidade de química” o conjunto de pessoas que possuem formação em química, atuam profissionalmente na área e/ou representam os interesses da química, enquanto ciência, atividade econômica ou campo educacional. Individualmente, os membros dessa categoria podem ser professores de química, proprietários de indústria química, trabalhadores de indústrias químicas, cientistas da área de química, por

exemplo. Em nível institucional, pode-se representá-los por entidades, tais como a SBQ, o sistema CFQ/CRQ, instituições de ensino superior (IES), instituições de pesquisa (IP) e instituições de educação básica (IEB).

Por exclusão, outras pessoas fazem parte da categoria “outros grupos sociais”, incluindo especialistas em outras áreas do saber, bem como o que se chama neste trabalho de “público geral”, que compreende um grupo de pessoas amplamente heterogêneo e sem formação em química. É preciso reconhecer que os limites para tal grupo são bastante elásticos e dele podem sobressair alguns subgrupos específicos e de interesse para análise dos estudos de caso.

A dimensão “sociedade”, portanto, abrange o conjunto de pessoas agrupadas nas duas categorias previamente descritas.

Na dimensão “cultura”, considera-se que ela é bem representada pelo termo “conhecimento”, tomado como um modo de apreensão da realidade que resulta em pensamentos, comportamentos e artefatos. Essa dimensão origina as categorias “cultura científica” e “cultura não científica”.

A primeira delas é baseada em Vogt (2003, 2012), que associa a cultura científica à produção, difusão, divulgação e ensino do conhecimento científico, e também se respalda em Godin e Gingras (2000), que trata a cultura científica como modos de apropriação da ciência. Uma vez que o foco deste trabalho é a química, foi proposta a subcategoria “cultura científica - química”, em oposição a outras áreas da ciência, enquadradas na subcategoria “cultura científica - outra”. A categoria “cultura não-científica”, por sua vez, engloba todo e qualquer aspecto cultural não abarcado pelas duas subcategorias da categoria “cultura científica”.

A dimensão “transmissão” diz respeito ao processo de transmissão de conhecimentos na área de química e de outros que cursem paralelamente no decorrer desse processo. Ela é uma adaptação do modelo de espiral da cultura científica descrito por Vogt (2003, 2012), que separa em quatro segmentos os processos relacionados à cultura científica. Neste estudo, tais processos são entendidos como finalidades da transmissão de conhecimento e correspondem a três subcategorias: i. “difusão científica”, voltada à comunicação do conhecimento científico entre cientistas, ou seja, entre pares; ii. “ensino e formação”, com objetivos educacionais e de formação profissional, inclusive de cientistas; e iii. “divulgação científica”, que aborda a comunicação do conhecimento científico para o “público em geral”, sem distinção de lugares e faixa etária - logo, trata-se de uma fusão dos quadrantes “ensino para ciência” e “divulgação da ciência”, descritos por Vogt (2003, 2012).

3.3 Análise dos estudos de caso

Cada estudo de caso feito foi examinado a partir do referencial analítico proposto, avaliando-se as relações entre sociedade e cultura em diferentes contextos de transmissão cultural, com destaque para a cultura científica química.

A fim de facilitar a visualização dos resultados obtidos com o uso do referencial analítico, os seus elementos constituintes foram expressos também na forma de um diagrama (figura 2).

FIGURA 2. Diagramação do referencial analítico: aspecto geral.

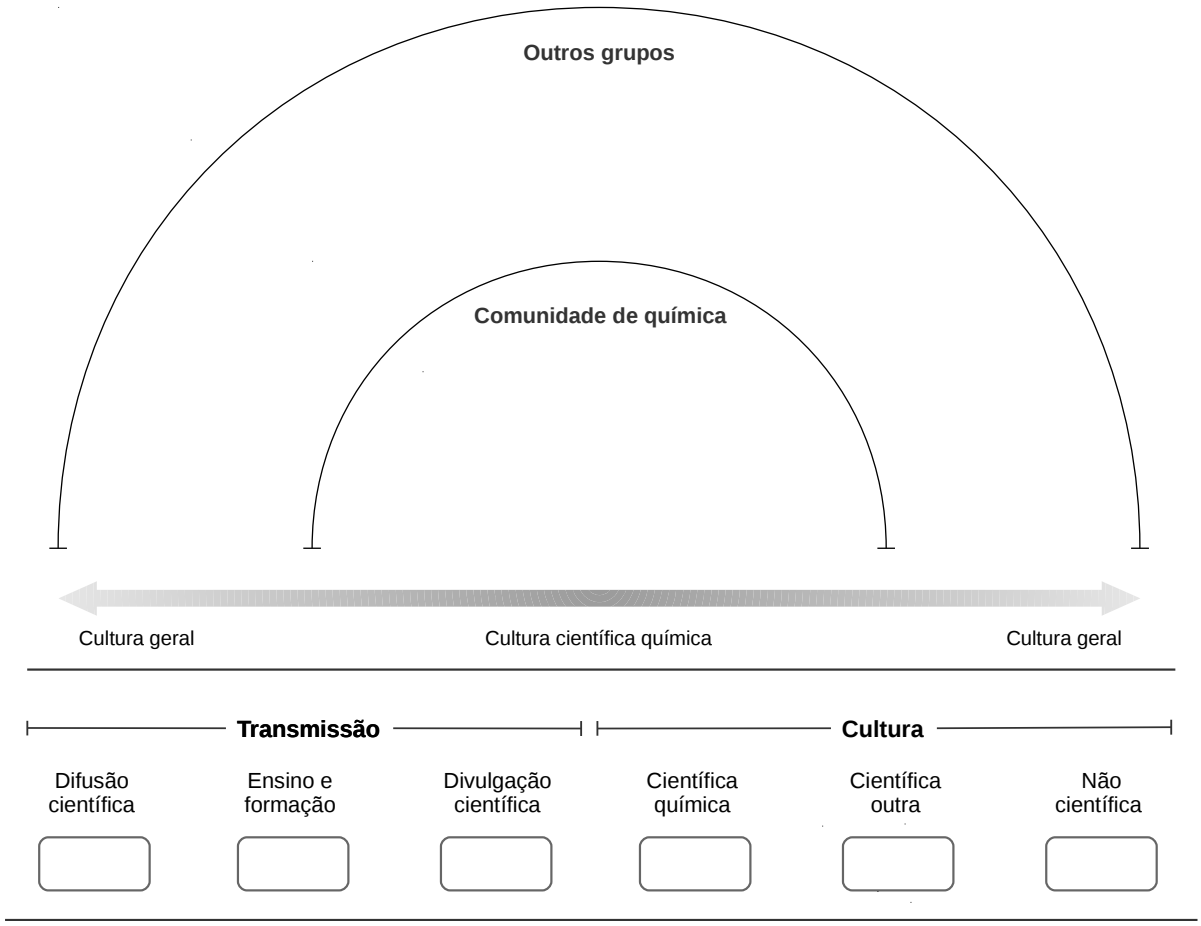


Diagrama que sumariza e organiza os elementos do referencial analítico proposto.
Fonte: Própria autora.

Nessa apresentação, os nomes das categorias e subcategorias são inseridos próximos aos arcos (no caso da dimensão “sociedade”) e retângulos (no caso das dimensões “transmissão” e “cultura”). O diagrama também incorpora ao referencial outros recursos que complementam a análise.

Na dimensão “sociedade”, os grupos sociais analisados podem pertencer a uma mesma categoria ou a categorias diferentes dessa dimensão. Eles são nomeados (“jornalistas”, “público

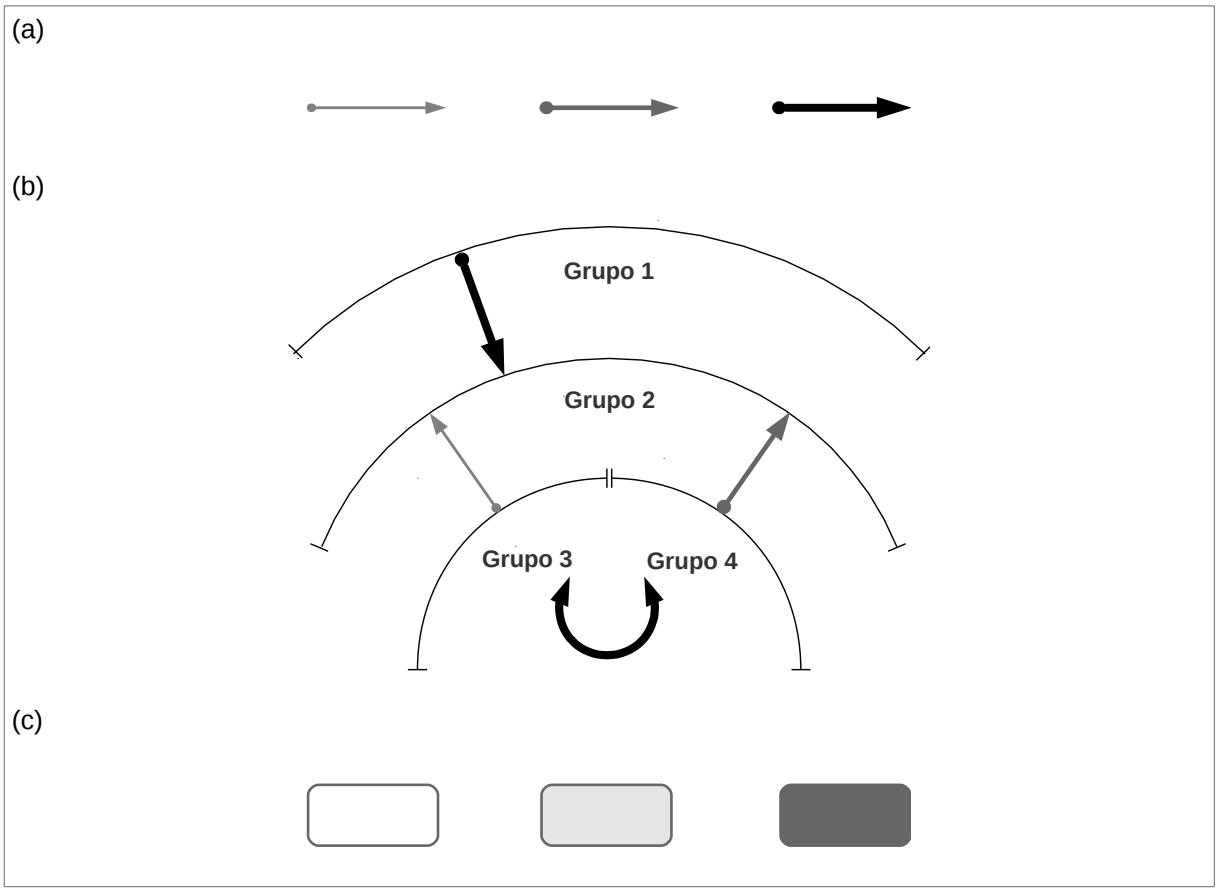
geral” etc) e dispostos próximos aos arcos. A delimitação dos grupos é representada tanto pelo acréscimo de arcos quanto pela segmentação dos mesmos no diagrama, conforme as similaridades e particularidades dos sujeitos agrupados. Destaca-se ainda que a disposição dos grupos nos arcos, mais internos ou mais externos, segue como parâmetro a relação dos sujeitos com aspectos culturais: grupos que fazem parte da comunidade de química e, portanto, compartilham entre si mais aspectos da cultura química, são alocados mais perto do centro (arcos mais internos) do que outros grupos sociais, menos familiarizados com a cultura química e científica em geral. Isso é representado pela seta de duplo sentido disposta logo abaixo dos arcos na figura 2.

Ademais, são utilizadas linhas para conectar grupos sociais entre os quais se observa transmissão de conhecimentos, principalmente aqueles associados à cultura química. O sentido do fluxo de informações é indicado pelo sentido das setas - de duplo sentido em alguns casos. Complementarmente, são definidos três estilos de linha, cujas tonalidade (mais clara ou mais escura) e espessura definem a ênfase das relações estabelecidas entre os grupos conectados no âmbito de cada estudo de caso.

Para as dimensões “transmissão” e “cultura”, as suas categorias e subcategorias são avaliadas em cada estudo de caso, ponderando-se o destaque de cada uma. Nos casos em que o mesmo se mostra nulo ou ínfimo, mantém-se branca a área do retângulo correspondente. Havendo algum destaque, o mesmo é representado por tons de cinza conferidos aos retângulos, com duas tonalidades possíveis.

Esses recursos de análise estão genericamente representados na figura 3.

FIGURA 3. Diagramação do referencial analítico: aspectos complementares.



Recursos gráficos incorporados ao diagrama do referencial analítico com a finalidade de ponderar as relações e os pesos dos diferentes elementos que o compõem. Em (a), linhas que conectam grupos sociais na dimensão "sociedade": da esquerda para a direita, as setas correspondem a relações com pesos gradativamente maiores, conforme sugerido pela tonalidade e espessura das linhas. Em (b), exemplo de quatro grupos dispostos em diferentes arcos e relacionados entre si por meio de setas de cores e direcionalidades distintas. Em (c), padrões de cores atribuídos aos retângulos para representar as categorias e subcategorias das dimensões "transmissão" e "cultura": da esquerda para direita, "branco", "cinza claro" e "cinza escuro" representam ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Ressalta-se que o comprimento dos arcos e das setas não tem relação com os resultados da análise.

Fonte: Própria autora.

É preciso enfatizar que a análise dos estudos de caso, conforme o referencial analítico proposto, foi de natureza essencialmente qualitativa, sobretudo a atribuição de pesos às relações interpessoais e às categorias e subcategorias das dimensões "transmissão" e "cultura".

4 A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo

O estudo de caso apresentado neste capítulo traz uma análise de conteúdos publicados nos jornais “O Estado de S. Paulo” e “Folha de S. Paulo” entre 2008 e 2012. Todos os materiais selecionados para análise citavam a palavra “química” em alguma parte do seu conteúdo e, portanto, faziam referência a tal área do saber, ainda que sob diferentes perspectivas e com graus de destaque variáveis. Na leitura deste estudo, convém atentar ao escopo das notícias examinadas. A priori, o que restringiu a escolha dos conteúdos foi a presença da palavra-chave “química” e não o assunto que eles abordavam. Além disso, é interessante pensar nos conteúdos publicados no que diz respeito à sua produção e destinação - como eles se originam e a quem eles se destinam.

Cabe mencionar que este estudo é uma versão adaptada do artigo “Imagem pública e divulgação da química: desafios e oportunidades”, publicado em colaboração com Guilherme Andrade Marson, Claudia Moraes de Rezende e Mario Henrique Viana (Teruya et al., 2013). Esse artigo, além de reportar os resultados do presente estudo, apresentou indicadores de desempenho das ações desenvolvidas no projeto “Ano Internacional da Química (AIQ)” e propôs um modelo de divulgação da química. Tais indicadores e modelo não constam na versão adaptada; em contrapartida, ela amplia o espaço destinado à análise dos jornais, em especial dos aspectos metodológicos da pesquisa.

Este estudo também foi apresentado no IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, que ocorreu em 2013.

4.1 Introdução

Tradicionalmente, o grau de desenvolvimento socioeconômico de uma nação é indicado por índices que expressam a quantidade de riqueza gerada pelo país, sua distribuição e a qualidade de vida de sua população (Malik, 2013). Todavia, é possível admitir que a pesquisa em ciência e tecnologia também desempenha um papel importante para o desenvolvimento de um país. Em termos econômicos, verifica-se uma correlação positiva entre o produto interno bruto (PIB) de uma nação e a sua produção científica (King, 2004). No plano social, acredita-se que o desenvolvimento científico e tecnológico possa solucionar, por exemplo, problemas relacionados à saúde e ao meio ambiente, os quais são, em última instância, de ordem social (Annan, 2004). Dessa forma, é plausível considerar que o desenvolvimento da ciência deve ser uma das prioridades em um país que pretende progredir social e economicamente.

A química é uma ciência básica de vastas aplicações, gera conhecimento capaz de conectar outros campos do saber e, ao mesmo tempo, alavanca a expansão do conhecimento, provendo instrumentos tecnológicos e culturais transformadores (Chemistry2011.org, 2018a). Como em qualquer campo da ação humana, tais realizações dependem de vigorosos investimentos em pesquisa e na formação de recursos humanos. Logo, dependem da valoração e do entendimento da sociedade sobre a química.

A despeito dessa importância, a imagem pública da química é negativa e essa ciência parece não gozar de muito prestígio social (Hartings; Fahy, 2011; Knight, 2007; Laszlo, 2007). São notórios os exemplos de associações de conotação negativa da palavra “química”, como “dependência química”, “arma química”, “pneumonia química” etc. Para alguns autores (Arroio et al., 2006), uma visão distorcida da química pode ter sido reforçada por uma abordagem equivocada dessa ciência, com um ensino demasiadamente focado em aspectos teóricos, caracterizado pela memorização e pela falta de contextualização. Segundo Hartigns e Fahy (2011), a simples menção à palavra “química” pode tornar um produto “impopular”; o termo “quimiofobia” (“chemophobia”), inclusive, foi proposto para designar a aversão à química (Laszlo, 2007). Esse cenário desfavorável justifica a criação e a manutenção de programas para a melhoria da imagem pública da química, bem como o desenvolvimento de estudos que elucidem por que, como e de onde se formam as opiniões sobre a química (Moreau, 2005).

Em um cenário mais amplo, Castelfranchi (2012) pondera que pesquisas sobre a percepção pública da ciência têm sido realizadas com o objetivo de investigar que fatores influenciam as atitudes, interesses e engajamento das pessoas em relação à ciência, mas que nenhum fator mostrou-se claramente determinante quando o assunto é a opinião das pessoas sobre ciência. Todavia, uma pesquisa sobre a percepção pública da ciência e da tecnologia no estado de São Paulo indicou correlação entre o maior interesse por ciência, em geral, e o maior consumo de informação científica, avaliado, entre outros quesitos, pelo hábito de leitura de notícias de ciência em jornais (Vogt et al., 2011). Esses resultados corroboram a importância da mídia como fonte de informações sobre assuntos científicos e o papel que ela exerce na construção da imagem pública da ciência.

Em parte significativa dos estudos sobre a relação entre ciência e jornalismo, a química é tratada de forma indistinta de outros campos das ciências naturais ou mesmo sociais, recebendo destaque minoritário muitas vezes (Amorim; Massarani, 2008; Bucchi; Mazzolini, 2003; Clark; Illman, 2006; Dutt; Garg, 2000; Hijmans; Pleijter; Wester, 2003; Massarani; Buys, 2008; Pellechia, 1997; Silva, 2011). Por outro lado, naqueles trabalhos em que a química tem maior destaque, o foco analítico restringe-se a temas muito específicos, como mudanças climáticas (Bueno, 2010), alimentos geneticamente modificados (Augoustinos; Crabb; Shepherd, 2010) e nanotecnologia (Groboljsek; Mali, 2012). Faltam estudos sistemáticos mais abrangentes sobre a imagem pública da química nos jornais, tomada em seu sentido mais amplo.

Adicionalmente, se o interesse da população pela ciência está relacionado ao consumo de informação científica, é válido assumir que as ações de divulgação da ciência assumem um papel fundamental para aumentar tal interesse. Entretanto, a finalidade de se comunicar assuntos de ciência e tecnologia vai muito além dessa questão. Em uma revisão sobre os motivos para justificar a divulgação da ciência, Castelfranchi (2008) compila os seguintes benefícios: i. ao cidadão, com o intuito de melhorar seus conhecimentos, aumentar a credibilidade da pesquisa científica, contribuir para processos de tomada de decisão etc; ii. à nação, a fim de estimular a carreira científica, melhorar a formação dos trabalhadores, aumentar a competitividade do país etc; iii. à própria ciência, visando a incentivar a interdisciplinaridade, aumentar suporte financeiro, obter apoio social etc. Há de se considerar ainda outras questões relevantes, que fazem referência, por exemplo, a questões éticas, de satisfação pessoal do cientista e do direito do cidadão de saber como seu dinheiro está sendo gasto (Castelfranchi, 2008).

As considerações tecidas sobre ciência e desenvolvimento socioeconômico, bem como sobre a imagem pública negativa da química, conduzem à seguinte pergunta: “Que imagem da química é publicizada nos meios de comunicação?”

Para tratar dessa questão, este estudo de caso traçou um panorama da imagem pública da química em jornais de grande circulação no estado de São Paulo, estado que reúne expressiva parcela da atividade industrial nacional, inclusive do setor químico. O estudo traz resultados da análise de textos publicados no período de 2008 a 2012 nos jornais “Folha de S. Paulo” e “O Estado de S. Paulo”, que, em 2012, ocuparam a primeira e a quarta colocações, respectivamente, na listagem dos maiores jornais do país (ANJ, 2018).

4.2 Metodologia

Foram analisados os conteúdos publicados nos jornais “Folha de S. Paulo” e “O Estado de S. Paulo” no período de 2008 a 2012. O material para análise foi selecionado a partir do sistema de busca dos portais eletrônicos desses jornais, utilizando-se a palavra-chave “química” como critério de busca[4].

No presente estudo, considerou-se como unidade de análise todo material em texto, audio, vídeo, fotografia ou infografia relacionado à notícia que era apresentada quando se acessava o endereço eletrônico obtido na busca. Links para outros conteúdos, material publicitário ou comentários de leitores não foram analisados. Também não se discriminou a análise conforme a extensão do material publicado, ou seja, conteúdos com poucas linhas de texto foram analisados seguindo-se os mesmos critérios que conteúdos com texto de grande extensão e outras mídias

4 Os jornais alcançam um público potencialmente maior por meio de sua versão digital, comparada à sua versão exclusivamente impressa, pois, na internet, as notícias podem ser acessadas tanto pela visita direta aos jornais quanto por links divulgados em outros meios.

associadas. Todos os conteúdos foram identificados pelo nome do jornal, título, data de acesso e data de publicação.

4.2.1 Descritores de análise

Os conteúdos foram classificados de acordo com diferentes descritores de análise: grau de relevância da química, assinatura, conteúdo reportado, referência geográfica, fonte consultada, implicações do conhecimento científico, setor de inserção e imagem da química. Tais descritores originaram categorias nas quais os conteúdos foram enquadrados conforme o resultado da análise. A seguir, são apresentados os descritores e as respectivas categorias.

4.2.1.1 Grau de relevância da química

O “grau de relevância da química” está relacionado ao nível de visibilidade da química no conteúdo reportado. Todos os conteúdos identificados na busca foram classificados segundo esse descritor, que compreende as categorias 0, 1, 2 ou 3.

Na categoria 0, foram incluídos todos os conteúdos em que a palavra “química” encontrava-se desprovida de sentido químico, representando apenas uma expressão linguística de uso comum, ou apresentava um significado que podia ser equiparado ao de muitas outras palavras no contexto apresentado. Os demais conteúdos foram classificados nas categorias 1, 2 ou 3 de acordo com o destaque conferido à química. Os seguintes fatores podem contribuir para aumentar esse grau de destaque:

i. Elevado número de ocorrências da palavra químic*[5] no texto;

ii. Maior proporção entre extensão do texto que faz alusão à química e extensão total do texto;

iii. Ocorrência da palavra químic* no título ou em subtítulo;

iv. Ocorrência de comentários opinativos que fazem referência explícita à química;

v. Ocorrência de conceitos químicos, estejam eles tácitos ou explícitos;

vi. Referência à importância do conhecimento em química para determinado estudo;

vii. Foco do conteúdo em determinada substância, discriminada ou não como “química”;

viii. Referência aos aspectos submicroscópicos e simbólicos da química (citação de termos como átomos e moléculas, presença de representações visuais como modelos moleculares ou uso de fórmulas e nomenclatura de química).

É importante acentuar que a categorização dos conteúdos conforme os diferentes graus de destaque, apesar de seguir determinados critérios que norteiam a classificação, apresenta um caráter subjetivo que lhe é inerente, o mesmo valendo para as categorizações feitas segundo outros descritores. Todavia, admite-se que, de modo geral, mudanças entre categorias próximas

5 Químic* refere-se a qualquer palavra em que o radical “químic” ocorra (por exemplo: química, químicos, geoquímica, petroquímica).

de destaque seriam possíveis em uma reclassificação (por exemplo: grau 2 para graus 1 ou 3), sendo muito pouco provável a ocorrência de alterações mais extremas (por exemplo: grau 1 para 3, grau 0 para 2 etc). No quadro 3, constam alguns exemplos de notícias classificadas de acordo com o grau de relevância da química.

QUADRO 3. Classificação de notícias segundo o grau de relevância da química.

Grau	Notícia
0	"*A química dos casais inesquecíveis do cinema*" (O Estado de S. Paulo, 31 jan. 2009). "*Cada texto apresenta histórias biográficas sintéticas e oferece explicações para a química incrível que envolve esses pares - dentro e fora das telas*". Nessa notícia, a química aparece como sinônimo de entrosamento ou bom relacionamento entre as pessoas.
	"*Morte de milionária em Londres expõe drama da dependência química*" (O Estado de S. Paulo, 11 jul. 2012). "*A morte de Eva Rausing, uma das mulheres mais ricas do Reino Unido, trouxe de volta à tona os problemas de dependência química que marcaram a trajetória dela desde o seu casamento*". A expressão "dependência química" é de uso comum e, nessa notícia, não existe alusão a qualquer conceito químico que pudesse estar relacionado ao termo.
	"*Fuvest aplica provas de história e química nesta segunda-feira*" (Folha de S. Paulo, 05 jan. 2009). "*Para as provas de matemática, física e química, é necessário levar régua graduada, esquadro, transferidor e compasso*". A notícia cita a química assim como poderia ter citado qualquer outra disciplina, sem que houvesse prejuízo para o entendimento do texto.
1	"*Teste de R$ 13 pode detectar autismo, segundo pesquisa*" (Folha de S. Paulo, 04 jun. 2010). "*Os pesquisadores submeteram crianças de idades entre três e nove anos - 39 com autismo, 28 sem autismo, mas com um irmão que tinha, e 34 sem autismo e sem irmãos autistas - a ressonâncias magnéticas, endoscopias e análises químicas*". O contexto dessa notícia é médico, sem qualquer enfoque na química. Porém, é citado que a análise química faz parte do diagnóstico.

QUADRO 3. Classificação de notícias segundo o grau de relevância da química.

Grau	Notícia
	"*Incêndio atinge depósito da Rhodia em Santo André*" (O Estado de S. Paulo, 27 fev. 2008). "*Um incêndio atingiu, no final da noite de ontem, o setor de estocagem da unidade química da empresa Rhodia (...) tentou combater as chamas, mas, por causa da grande quantidade de material inflamável, o fogo se expandiu rapidamente*". Essa notícia relata um acidente em indústria química. A referência ao material inflamável chama a atenção para o fato de o incêndio ter ocorrido em uma indústria química, em vez de qualquer outra.
2	"*Cor de fósseis dá pistas sobre passado de besouro*" (Folha de S. Paulo, 29 set. 2011). "'*O que acontece é que o índice refratário (de luz) do esqueleto muda', explicou McNamara. 'Isso é uma medida de o quanto a luz se curva. E significa que a química deve ter sido alterada, porque o índice refratário em um material depende da composição desse animal*'". Nessa notícia, a química, no contexto de "composição química", tem importância para o estudo, mas o foco do texto não é, de fato, a química.
	"*Chocolate escuro pode diminuir pressão sanguínea, diz estudo*" (O Estado de S. Paulo, 15 ago. 2012). "*A teoria é que o cacau contém o flavonoide, que faz o corpo humano produzir a substância química chamada óxido nítrico, que "relaxa" os vasos, facilitando a passagem do sangue e, por consequência, diminuindo a pressão sanguínea*". O conteúdo reportado nesse texto é uma pesquisa da medicina. Há a referência a substâncias identificadas segundo a nomenclatura de química: "flavonoide" (classe de compostos) e "óxido nítrico".
3	"*China produz proteína humana em arroz para uso farmacêutico*" (Folha de S. Paulo, 01 nov. 2011). "*No caso, os chineses conseguiram extrair 2,75 g da proteína humana por quilo de arroz transgênico. Agora, os pesquisadores vão avaliar o uso comercial da albumina (...) 'Mas os chineses já adiantaram que a composição físico-química da proteína do arroz é tão efetiva quanto a da extraída do sangue*'". Embora a palavra químic* apareça apenas duas vezes nessa notícia, há no texto muitos elementos relacionados à química, como "proteína", "albumina", "molécula", "submoléculas" (sic), "transgênico", "composição química", "ácidos graxos".

QUADRO 3. Classificação de notícias segundo o grau de relevância da química.

Grau	Notícia
	"*Cientistas afirmam que Marte tem elementos básicos da vida*" (O Estado de S. Paulo, 25 mai. 2012). "*Dr. Andrew Steele disse que nos últimos 40 anos, sua equipe procurou uma piscina do chamado "carbono reduzido" em Marte, tentando descobrir onde e se está lá, perguntando se, de fato, existia. (...) 'Então, é o carbono reduzido que, com hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, compõe as moléculas orgânicas da vida'*". Essa notícia faz referência a inúmeros aspectos submicroscópicos da química, trazendo definições e conceitos próprios dessa ciência.

4.2.1.2 Assinatura

O descritor "assinatura" indica a autoria do conteúdo reportado, ou seja, a quem se atribui a produção do material publicado. As categorias associadas a esse descritor são: i. jornalista: autor identificado pelo nome, sem informação complementar sobre cargo ou formação; ii. especialista: autor identificado pelo nome, com a especificação do cargo e/ou área em que é especialista; iii. fonte externa: agência de notícias ou outras fontes, como jornais e sites, de onde foram extraídas as informações, de forma completa (mera reprodução) ou parcial (adaptação); iv. redação: quando a autoria era identificada como tal, sem especificação de nomes.

Era possível assinalar até três assinaturas nesse descritor, desde que de tipos diferentes. Ou seja, podiam ser assinalados "jornalista" e "fonte externa", mas, havendo a indicação de dois jornalistas, por exemplo, marcava-se a assinatura "jornalista" apenas uma vez.

O quadro 4 mostra exemplos de notícias classificadas conforme o descritor assinatura.

QUADRO 4. Classificação de notícias segundo a assinatura.

Assinatura	Notícia
Jornalista	"*Indústria química quer investir US$ 132 bi até 2020*" (O Estado de S. Paulo, 05 dez. 2009). André Magnabosco "*A Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim) divulgou ontem um programa que tem por objetivo colocar o Brasil entre as maiores fabricantes de produtos químicos*". Somente o nome do autor é apresentado no campo da assinatura dessa notícia. Como não são fornecidas maiores informações sobre a pessoa, considerou-se que a mesma seria jornalista.

QUADRO 4. Classificação de notícias segundo a assinatura.

Assinatura	Notícia
Especialista	"*A Frágil Esfera Azul*" (Folha de S. Paulo, 09 dez. 2012). Marcelo Gleiser "*Segundo a Nasa, Curiosity acaba de completar sua primeira análise da composição química do solo marciano, encontrando uma rica variedade de compostos*". Marcelo Gleiser é professor de física e astronomia do Dartmouth College, em Hanover (EUA). O autor do texto é indicado logo após o título e, ao término, há informações sobre sua formação e seu campo de trabalho.
Fonte externa	"*Pesquisas podem ser usadas no combate ao câncer, em eletrônicos e na agricultura*" (Folha de S. Paulo, 06 out. 2010). DA FRANCE PRESSE "*O Prêmio Nobel em Química de 2010 recompensa uma "ferramenta que tem melhorado a capacidade dos químicos para satisfazer todos estes desejos*'". O nome de uma agência de notícias francesa foi identificada no campo que seria destinado à assinatura da notícia.
Redação	"*Pesquisadores criam anticorpos eficazes contra algumas drogas*" (O Estado de S. Paulo, 17 mar. 2008). Da Redação "*Atualmente, a metanfetamina (MA) e o ecstasy são drogas altamente consumidas por jovens em todo o mundo. A MA representa um sério risco*". Essa notícia foi assinada pela redação do jornal, sem especificar nomes.

4.2.1.3 Conteúdo reportado

O descritor "conteúdo reportado" aponta o teor do material publicado em cada resultado de busca obtido. Em cada conteúdo, era possível assinalar até três categorias quando mais de uma se destacava. As categorias definidas para esse descritor foram: i. pesquisa; ii. fato ocorrido; iii. repercussões de fato; iv. desenvolvimento tecnológico; v. alerta de risco; vi. políticas públicas; vii. programação cultural; viii. opinião; ix. legislação; x. repercussão de pesquisa; xi. dúvida de leitor; xii. desenvolvimento industrial; xiii. conflito internacional; xiv. outros (tipos de conteúdo menos recorrentes).

4.2.1.4 Referência geográfica

O descritor "referência geográfica" define se o conteúdo reportado está relacionado ao âmbito nacional, internacional, nacional/internacional ou mundial. A classificação das pesquisas, em particular, foi feita de acordo com o território onde a mesma era desenvolvida, e não com a

nacionalidade dos autores. Os exemplos do quadro 5 ilustram como se procedeu a classificação conforme a referência geográfica.

QUADRO 5. Classificação das notícias segundo a referência geográfica.

Referência	Notícia
Nacional	"*Brasil quer mapear pontos de contaminação*" (O Estado de S. Paulo, 25 jan. 2012). "'*Nós não temos uma política de substâncias químicas em geral no Brasil. Tratamos as substâncias muito pontualmente. Por isso, é mais complicado mapear se conseguimos - ou não - gerenciar todas as substâncias químicas no País*". Essa notícia claramente reporta uma questão nacional.
Internacional	"*Contaminação química em rio na China alcança nova província*" (Folha de S. Paulo, 20 jul. 2010). "*A contaminação química em um rio no sudeste da China, provocada por uma mina de cobre, está se estendendo a uma segunda província*". O fato reportado ocorreu em outro país, o que explica a classificação como "internacional".
Nacional / Internacional	"'*O Brasil também não é santo*'" (O Estado de S. Paulo, 05 jun. 2010). "'*As organizações criminosas usam o Brasil como dupla mão. O Brasil é o lugar de consumo, 80% da produção boliviana é consumida aqui. Ao mesmo tempo, fornecemos os insumos químicos*". A notícia discorre sobre o tráfico de drogas, salientando que Brasil e Bolívia devem assumir suas responsabilidades em relação a esse problema. Por isso, a referência é nacional/internacional.
Mundial	"'*Acordo não sai em Cancún' diz Paulo Artaxo*" (O Estado de S. Paulo, 24 nov. 2010). "*Primeiro, pela localização na região tropical, que é onde os movimentos ascendentes de massa de ar injetam na alta atmosfera grande quantidade de gases e vapor d'água*". O texto gira em torno das mudanças climáticas que têm ocorrido no mundo, com consequências que não se restringem a um único país ou grupo de países.

4.2.1.5 Fonte consultada

O descritor "fonte consultada" indica quem ou o que o autor do conteúdo consultou para produzi-lo. De forma geral, apenas se classificava a fonte quando estava explícito que a mesma

havia sido consultada pelo autor. Frequentemente, percebeu-se que as informações eram fornecidas no texto sem que se definisse sua origem ou que algumas fontes eram citadas sem que estivesse claro se elas haviam sido de fato consultadas. Desse modo, considerou-se que o uso de determinadas expressões, como “de acordo com”, “conforme declarou...”, entre outras, e a citação entre aspas poderiam oferecer indícios mais seguros do que seria uma “fonte consultada”. Todavia, algum nível de discordância ainda pode haver entre a classificação realizada e quais seriam as fontes consultadas realmente. A lista de categorias associadas a esse descritor foi se ampliando conforme se procedia a análise dos dados. Categorias como indústrias, institutos e órgãos em geral foram assinaladas sempre que houvesse menção às mesmas, mesmo que a pessoa responsável pela declaração não fosse devidamente identificada.

O quadro 6 apresenta exemplos de notícias classificadas segundo algumas dessas fontes.

QUADRO 6. Classificação das notícias segundo a fonte consultada.

Fonte consultada	Notícia
Anvisa	"*Cosméticos e itens de higiene ocultam ingredientes que podem prejudicar a saúde*" (Folha de S. Paulo, 21 set. 2010). "*Esse uso, segundo a Anvisa, pode causar irritação, coceira, queimadura, inchaço, descamação e vermelhidão do couro cabeludo, queda de cabelo, ardência*". O autor dessa notícia consultou a Anvisa para fornecer essa informação.
Cidadãos comuns	"*Incêndio em fábrica apavora Diadema*" (O Estado de S. Paulo, 28 mar. 2009). "'*Foi como se descesse um rio de fogo pela rua (...), para tirar a família de perto", conta o representante comercial Cipriano Lova Filho, de 53 anos, vizinho da empresa*". Nessa notícia, um cidadão comum diz o que viu do incêndio ocorrido na indústria próxima à sua residência.
Especialista	"*Cabelos precisam de cuidado no verão*" (Folha de S. Paulo, 08 jan. 2009). "*Isso porque a exposição prolongada dos fios causa danos que afetam suas propriedades físicas, mecânicas e estéticas, de acordo com a engenheira química Camila Cerdeira, proprietária da K.Pro-Profissional*". Uma engenheira química foi consultada para a redação dessa notícia.
Indústria	"*Petrobrás investirá mais que US$ 174 bi entre 2010 e 2014*" (O Estado de S. Paulo, 05 dez. 2009). "'*Provavelmente, aumentará. Em quanto, não tenho a menor condição de dizer", disse. Ele estima que o novo plano de investimento seja divulgado no primeiro trimestre de 2010*". A fonte consultada foi a indústria nessa notícia, no caso, o presidente da Petrobrás.
Jornal	"*Estudo encontra possível substância cancerígena em água potável nos EUA*" (Folha de S. Paulo, 20 dez. 2010). "*Um grupo ambientalista descobriu que (...) cromo hexavalente, uma substância provavelmente cancerígena, noticiou o jornal The Washington Post no domingo (19)*". A matéria publicada em outro jornal foi a fonte consultada pelo autor dessa notícia.

4.2.1.6 Implicações do conhecimento científico

Quando o conteúdo reportava uma pesquisa ou fazia menção a estudos científicos ou desenvolvimentos tecnológicos ao longo do texto, ainda que não identificados quanto à autoria e/ou data de publicação, o mesmo era classificado segundo o descritor "implicações do conhecimento científico", que aponta as consequências ou os efeitos gerados por uma pesquisa científica.

As seguintes categorias faziam parte desse descritor, podendo ser assinaladas até quatro delas: i. saúde; ii. científico; iii. ambiental; iv. tecnológico; v. econômico; vi. social; vii. cultural; viii. policial; ix. educacional; x. outros (tipos de implicação menos recorrentes).

4.2.1.7 Setor de inserção

O descritor “setor de inserção” estabelece que área de inserção da química está em evidência no conteúdo reportado. As categorias consideradas nesse descritor são os setores científico, econômico e educacional, sendo possível assinalar até três categorias.

O setor econômico foi assinalado não somente quando se referia ao desenvolvimento industrial e à produção da indústria química especificamente, mas também quando o foco do conteúdo era determinado produto fabricado pela indústria química. No caso do setor científico, o mesmo foi assinalado quando o conteúdo tratava de alguma pesquisa em que o conhecimento em química se destacava, ainda que o estudo não fosse da área de química, mas de outra área do saber.

Para esse descritor, é possível relacionar as áreas analisadas aos representantes da comunidade de química. Para o campo da ciência, têm-se como personagens principais os pesquisadores, atuantes em universidades e instituições de pesquisa em geral. No âmbito econômico, temos as indústrias químicas, representadas pela Abiquim, institucionalmente. Na área da educação, destacam-se os professores, em especial das instituições de educação básica.

O quadro 7 apresenta exemplos de notícias classificadas conforme o descritor setor.

QUADRO 7. Classificação das notícias segundo o setor de inserção.

Setor	Notícia
Economia	“*Relação entre químicos e câncer é subestimada*” (O Estado de S. Paulo, 15 mai. 2010). “*'Somente algumas centenas das mais de 80 mil substâncias químicas usadas nos Estados Unidos passaram por testes de segurança. Não há regulamentação para muitos produtos sabidamente carcinogênicos ou para substâncias suspeitas de causar câncer'*”. Existe uma referência à indústria química nessa notícia, embora indireta. Entende-se que a síntese das substâncias citadas esteja associada a uma atividade produtiva e econômica.

QUADRO 7. Classificação das notícias segundo o setor de inserção.

Setor	Notícia
	"*Produtos químicos de depósito que pegou fogo em Diadema (SP) atingem córrego*" (Folha de S. Paulo, 28 mar. 2009). "*Os resíduos químicos que vazaram e escorreram pelo asfalto após um incêndio em uma empresa em Diadema (Grande São Paulo), chegaram a um córrego próximo ao local*". A indústria química é o foco da notícia, enfatizando-se, nesse caso, o incêndio que ocorreu no local.
Ciência	"*Cientistas apontam causa do mau humor no inverno*" (O Estado de S. Paulo, 02 set. 2008). "*Os testes tinham como objetivo medir a quantidade da proteína transportadora de serotonina, uma substância química reguladora do humor. Em geral, os indivíduos deprimidos têm níveis baixos de serotonina no sistema nervoso central*". A notícia reporta uma pesquisa da bioquímica, com referência a conhecimentos importantes dessa área.
	"*Corrida pelo sucessor do silício pode determinar futuro dos chips*" (Folha de S. Paulo, 03 jan. 2012). "*Para produzir os protótipos de chave, Shulaker primeiro faz crescer quimicamente bilhões de nanotubos de carbono --cada um com espessura de 12 átomos-- numa superfície de quartzo*". O tema dessa notícia é a produção de chips pela indústria e os progressos na informática proporcionados pela nanotecnologia.
Educação	"*Tabelinhas e tabelões*" (Folha de S. Paulo, 10 jun. 2011). "*Eu sempre tive dificuldades com a tabela periódica. A começar pelo nome da bruta: num colégio era "tábua periódica". Levei pau no fim de ano em três matérias, não havia chance de segunda época, portanto tive que ir para outro colégio*". Referências ao ensino de química são claras nesse texto, cujo autor faz alusões às suas aulas de química, quando tinha que aprender sobre a tabela periódica.
	"*Professores dão dicas de química em Ciências da Natureza para o Enem*" (O Estado de S. Paulo, 29 set. 2009). "*Professor de química da equipe da Educon, Rogério Campos acredita que o Enem pode usar o princípio ativo e os efeitos do Tamiflu, medicamento usado no combate à gripe suína, como gancho para avaliar os candidatos*". A área da educação é o foco dessa notícia, centrada nos conteúdos de química que podem ser contemplados em uma determinada prova.

4.2.1.8 Imagem da química

O descritor “imagem da química” fornece informações sobre como a química é apresentada nos conteúdos reportados, se de forma positiva, negativa ou neutra.

Devido ao fato de que, muito comumente, a química apresenta uma visibilidade tácita no conteúdo, a associação de uma “imagem” à química ocorreu, na maior parte das vezes, de maneira indireta. Assim, uma vez que se reconhecia a presença da química em certo conteúdo, considerou-se que a “imagem” do mesmo poderia ser estendida à química, ou seja, se a notícia era positiva, atribuía-se à química uma imagem positiva também, o mesmo ocorrendo se a imagem era negativa. No quadro 8, constam exemplos de notícias nas quais a imagem da química foi classificada como positiva ou negativa.

QUADRO 8. Classificação das notícias segundo a imagem da química.

Imagem	Notícia
Positiva	"*Reagente facilita detecção de tumor inferior a um milímetro*" (Folha de S. Paulo, 24 nov. 2011). "*O reagente desenvolvido emite um brilho verde em questão de minutos graças a uma reação química quando entra em contato com uma enzima chamada GGT, só presente na superfície das células cancerígenas*". O conteúdo da notícia apresenta um caráter explicitamente positivo, o qual se relaciona a um desenvolvimento tecnológico fundamentado em conhecimentos da química.
	"*Empresa espanhola lança chocolate que inibe apetite*" (O Estado de S. Paulo, 31 mar. 2009). "*Armando Yañez, professor de química (...) disse à BBC Brasil que o chocolate saciante "é tão simples e gostoso como qualquer bombom, só que ajuda o organismo a saber a hora de parar"*". A bioquímica é a base do estudo que levou ao desenvolvimento do produto com características positivas, de modo que a imagem da química foi classificada como positiva nessa notícia.
Negativa	"*Inundações na China levam produto químico explosivo a rio*" (Folha de S. Paulo, 28 jul. 2010). "*O incidente mais sério aconteceu em 2005, quando uma explosão em uma fábrica vazou produtos químicos tóxicos para o rio Songhua, em Harbin*". Existe uma forte associação nessa notícia, a começar pelo título, entre produto químico e produto perigoso, seja por ser tóxico seja por ser explosivo.
	"*Queimadura em afegã revela horror da guerra química*" (O Estado de S. Paulo, 08 mai. 2009). "*As chamas que consumiram sua família foram alimentadas por um produto químico chamado fósforo branco, que os médicos norte-americanos em Bagram disseram ter sido encontrado no rosto e no pescoço de Razia*". Nessa notícia, destaca-se a periculosidade de um produto químico, sendo direto o vínculo entre fósforo branco e danos à integridade física.

A imagem indefinida, em particular, não significava que o conteúdo era totalmente imparcial em relação a determinado assunto, isento de qualquer opinião, mas sim que não refletia uma imagem predominantemente positiva ou negativa.

O conteúdo podia ter uma imagem indefinida se:

i. O texto destacasse que eventuais benefícios ou malefícios da química dependiam de outros fatores não são inerentes à própria química, isentando a mesma de qualquer responsabilidade pelos efeitos descritos.

ii. A informação referente à química tivesse apenas um caráter explicativo ou descritivo dentro do conteúdo reportado, sem que se pudesse atribuir algum juízo de valor à parte referente à química.

O quadro 9 fornece exemplos de notícias com imagem indefinida da química segundo as duas condições estipuladas.

QUADRO 9. Possibilidades de atribuição de imagem indefinida da química às notícias.

Condição	Notícia
Isenção de responsabilidade	"*Como evitar o formol na progressiva*" (Folha de S. Paulo, 05 set. 2012). "*É comum ouvir dos cabeleireiros que todas as progressivas têm formol. Elas de fato podem ter a substância, o problema, porém, mora na concentração*". A reportagem faz considerações sobre o uso do formol e as concentrações em que o produto seria perigoso, ressaltando que há limites de concentração seguros para seu uso.
Papel descritivo ou explicativo	"*Emissões de CO_2 ampliam acidificação dos oceanos*" (Folha de S. Paulo, 23 abr. 2010). "*Sem uma redução substancial das emissões de CO_2 procedentes das atividades humanas e sem outro tipo de controle sobre este gás que provoca o efeito estufa, os oceanos ficarão cada vez mais ácidos, adverte o relatório*". A química assume um papel explicativo no contexto da notícia. É possível entender melhor o fenômeno citado em razão das explicações fornecidas pela química.

De modo geral, as associações com as imagens positiva e negativa foram realizadas pela análise integral do conteúdo, e não pela avaliação de um trecho isolado. Todavia, em certas notícias, a avaliação da imagem da química foi baseada em algum trecho particular do texto, o qual explicitava uma visão positiva ou negativa sobre a química. O quadro 10 mostra dois exemplos desse caso.

QUADRO 10. Classificação das notícias segundo a imagem da química a partir de trechos específicos do conteúdo.

Imagem	Notícia
Positiva	"*Setor químico vai ter deficit comercial recorde de US$ 28 bilhões em 2012*" (Folha de S. Paulo, 10 dez. 2012). "'*Temos 3.000 empresas, geramos 400 mil empregos diretos, pagamos o dobro do salário médio da indústria e faturamos US$ 150 bilhões, mais do que os US$ 130 bilhões da indústria automobilística", disse quando se referiu ao pouco "prestígio" que o setor químico tem em relação aos benefícios que as montadoras recebem do governo*'". A imagem da química mostra-se positiva nessa declaração específica sobre a importância da química, dada por um membro da Abiquim.
Negativa	"*Tabaco sem gosto*" (Folha de S. Paulo, 22 mar. 2012). "*Sempre haverá um químico criativo que conseguirá ampliar o poder de drogas e o gosto de alimentos com características nutricionais suspeitas*". Nessa notícia, critica-se a permissão dada aos fabricantes de cigarro de adicionarem açúcar à composição do produto. Em certo trecho, porém, atribui-se aos químicos uma imagem negativa, relacionando seu trabalho a atividades ilegais ou moralmente questionáveis.

4.2.2 Análise dos dados

Os conteúdos foram analisados com maior ou menor nível de profundidade em função do grau de relevância da química que lhes foi atribuído. No caso de grau 0, a análise não foi estendida aos demais descritores; quando graus 1 ou 2, todos os descritores de análise foram considerados, exceto fonte consultada, implicações do conhecimento científico, setor e imagem da química; para o grau 3, a análise foi completa.

Os dados obtidos, incluindo a identificação das notícias e a sua classificação, foram compilados em uma planilha eletrônica do aplicativo LibreOffice. Cada notícia ocupou uma linha da planilha e, ao longo das colunas, foram registradas as categorias selecionadas durante a classificação. Os dados foram tratados de modo a se obter a frequência de ocorrência das categorias, além da frequência de co-ocorrência das mesmas[6].

É preciso assinalar que foram observadas algumas particularidades nos perfis das notícias publicadas nos cadernos de "Economia" e "Educação" durante o tratamento de dados. De modo geral, as notícias publicadas na editoria "Economia" abordavam, principalmente, notícias sobre o desempenho econômico das indústrias do setor químico, enquanto o foco das notícias da

6 Para se determinar a "frequência de ocorrência", foi utilizada a fórmula COUNTIF (exemplo de uso: =COUNTIF(dados.$H$4:$H$2814;$A4)) e, para se determinar a "frequência de co-ocorrência", foi utilizada a fórmula SUMPRODUCT (exemplo de uso: =SUMPRODUCT(dados.$AM$4:$AM$3500=$A66;dados.$H$4:$H$3500=$C$64)).

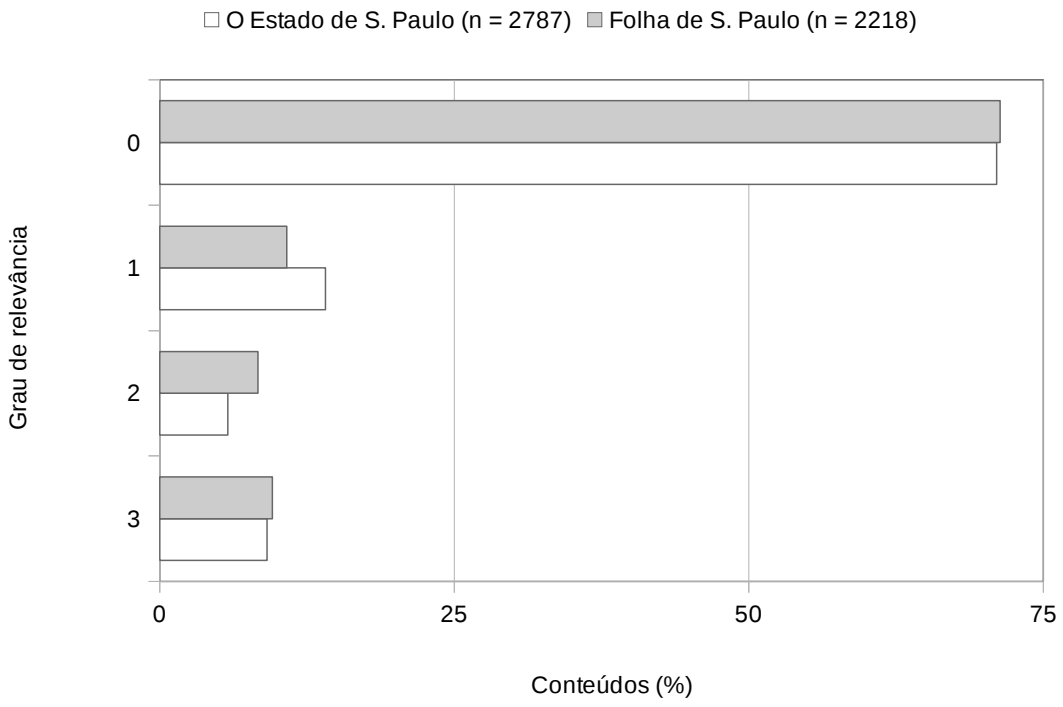
editoria “Educação” eram as provas de química em exames vestibulares. Considerando que tais tendências poderiam representar um viés na análise dos dados globais, optou-se por analisar, separadamente, o conjunto total de dados e o conjunto de dados formado a partir da exclusão das notícias publicadas nos cadernos de “Economia” e “Educação”. Os resultados apresentados a seguir referem-se ao segundo conjunto de dados.

4.3 Resultados e discussão

Excluídos os conteúdos dos cadernos de “Economia” e “Educação”, foram identificadas 5005 notícias (90% do total) contendo a palavra “química” nos jornais "O Estado de S. Paulo" e "Folha de S. Paulo" no período de 2008 a 2012.

Quando se analisa a distribuição dos conteúdos segundo o grau de relevância da química, observa-se uma grande semelhança entre os perfis dos dois jornais (figura 4).

FIGURA 4. Análise do grau de relevância da química em conteúdos de jornais.



Distribuição porcentual dos conteúdos quanto ao “grau de relevância da química”. Os conteúdos analisados citavam a palavra “química” e foram publicados nos jornais "O Estado de S. Paulo" e "Folha de S. Paulo" entre 2008 e 2012.

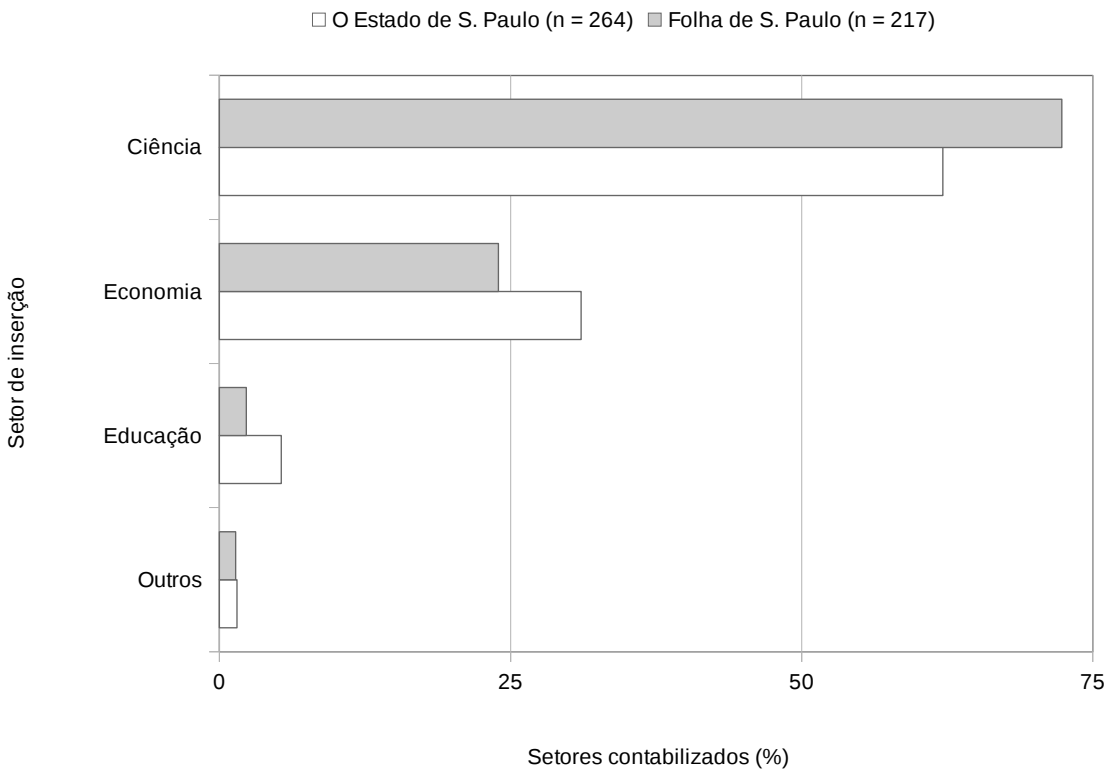
Fonte: Própria autora.

Os resultados apontam que, na maior parte das notícias (71% para ambos os jornais), a palavra “química” apresenta grau de relevância nulo no contexto da notícia. Frequentemente, essa palavra encontra-se desprovida de sentido realmente químico, confirmando o seu amplo

uso como expressão popular, não raramente de caráter pejorativo (Ferreira, 2007). Em outros casos, o significado da palavra “química” é irrelevante no contexto da notícia, constituindo um mero exemplo. Os demais conteúdos estão distribuídos de forma relativamente equilibrada entre os demais graus de destaque. Destaca-se, nesse ponto, que somente em 10% das notícias, aproximadamente, a química possui relevância máxima segundo os critérios de classificação empregados.

Quando se analisam as notícias com grau de relevância 3, especificamente, classificando-se as mesmas por setor de inserção da química, verifica-se que a área da ciência é aquela na qual mais se identificam notícias com alto grau de relevância da química. Esse é um dos resultados apontados na figura 5.

FIGURA 5. Análise do setor de inserção da química em conteúdos de jornais.



Distribuição porcentual dos “setores de inserção da química” contabilizados na análise dos conteúdos. Até três setores poderiam ser assinalados por notícia. Análise restrita aos conteúdos previamente avaliados com “grau de relevância da química igual a 3”. Os conteúdos analisados citavam a palavra “química” e foram publicados nos jornais "O Estado de S. Paulo" e "Folha de S. Paulo" entre 2008 e 2012.

Fonte: Própria autora.

Por outro lado, a área da educação exibe o menor número de notícias com alto grau de relevância, posição que se mantém mesmo quando contabilizados os conteúdos da editoria “Educação”. Isso pode ser discutido a partir do fato de que a maior parte das notícias envolvendo educação e química remete ao universo das provas de ingresso aos cursos superiores ou às

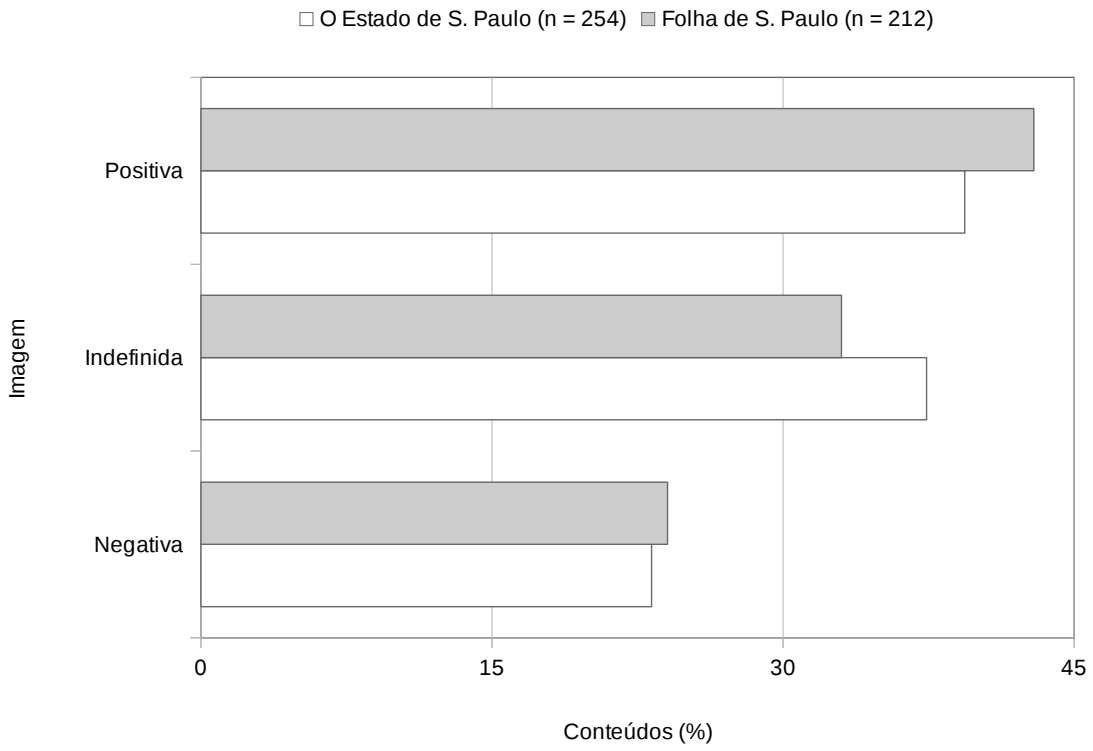
programações culturais, em que a química é retratada junto a outras disciplinas ou outras opções de lazer, reduzindo o grau de relevância da química. Pode-se atribuir o grande número de notícias abordando a química no contexto dos vestibulares à valorização de tais exames, o que, por sua vez, tende a se refletir em um currículo escolar mais voltado à preparação para o vestibular do que para a função social da escola (Santos, 2007).

A análise dos conteúdos conforme o setor de inserção da química também lança luz ao fato de que a química apresentada ao público pode ser muito diversa. As pesquisas científicas divulgadas em jornais relacionam a química mais diretamente com a ciência, seus conceitos e metodologias, a despeito das adaptações de linguagem que são feitas para adequar a apresentação do conteúdo ao público do jornal. As notícias do setor econômico tratam a química como atividade econômica, como de fato ela também é. Finalmente, notícias da área de educação retratam a química como disciplina escolar e seus conceitos como tópicos curriculares.

A figura 6, por sua vez, mostra que a imagem da química em notícias com grau máximo de relevância é muito mais positiva do que negativa. É preciso salientar que, no presente trabalho, a imagem é avaliada sob a perspectiva de alguém com formação em química, diferentemente de alguns estudos na área (analisando ciências em geral) realizados por profissionais da comunicação (Amorim; Massarani, 2008; Bucchi; Mazzolini, 2003; Massarani; Buys, 2008).

É interessante assinalar, portanto, que os resultados obtidos podem estar relacionados à condição de se reconhecer o conhecimento em química inserido em contextos diversos e, muitas vezes, positivos. Se tal condição for válida, sujeitos diferentes apropriar-se-ão de “químicas” diferentes, “mais positivas” ou “mais negativas”.

FIGURA 6. Análise da imagem da química em conteúdos de jornais.



Distribuição porcentual dos conteúdos quanto à “imagem da química”. Análise restrita aos conteúdos previamente avaliados com “grau de relevância da química igual a 3”. Os conteúdos analisados citavam a palavra “química” e foram publicados nos jornais "O Estado de S. Paulo" e "Folha de S. Paulo" entre 2008 e 2012.

Fonte: Própria autora.

Esses resultados são apresentados em números absolutos na tabela 1, que também exibe a frequência de co-ocorrência das categorias definidas para “setor de inserção da química” e “imagem da química”.

TABELA 1. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “setor de inserção” e categorias do descritor “imagem da química” para os conteúdos analisados com grau de relevância igual a 3.

Setor	Positiva		Indefinida		Negativa		Total
	E	F	E	F	E	F	
Ciência	92	86	66	66	6	5	321
Economia	10	3	20	5	52	44	134
Educação	2	4	11	0	1	1	19
Outros	0	1	1	0	3	2	7
Total	104	94	98	71	62	52	481

Abreviações: E: O Estado de S. Paulo; F: Folha de S. Paulo. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Nota-se que as principais co-ocorrências obtidas são entre “economia e imagem negativa” e entre “ciência e imagem positiva”, para ambos os jornais. No primeiro caso, constata-se que as indústrias químicas e os produtos associados às mesmas apresentam uma imagem fortemente negativa. Nessas notícias, encontram-se muito mais referências explícitas à química, em que a palavra “química” surge como um qualificativo negativo (por exemplo: “substância química”, em vez de simplesmente substância) ou é citada de modo indireto (por exemplo: “químicos”, como um termo genérico). Tal questão é bem ilustrada pela notícia a seguir:

> Documento de cientistas americanos mostra que não há estudos sobre a segurança da grande maioria das 80 mil substâncias usadas pela indústria. (...) Estudos recentes encontraram produtos químicos industriais no sangue do cordão umbilical. "Os bebês estão nascendo pré-poluídos", afirma o conselho (extraído de “Relação entre químicos e câncer é subestimada”, O Estado de S. Paulo, 15 mai. 2010).

A respeito dessa associação, Laszlo (2007) afirma que a indústria química tem se prestado, nas palavras do próprio autor, ao papel de “bode expiatório” em relação a inúmeros problemas que preocupam a sociedade, pois a responsabilidade por danos gerados por outras indústrias ou mesmo por ações individuais acaba incidindo sobre a indústria química.

Já na relação entre ciência e imagem, é possível supor que a imagem positiva da química dentro do contexto científico tenha relação com uma visão cientificista da ciência, segundo a qual a ciência sempre contribui para solucionar problemas ou compreendê-los melhor (Chaui, 2009). Considerando-se que o conhecimento em química, muitas vezes, está presente de forma tácita nas notícias, pode-se supor que esse cientificismo acaba se estendendo à química também.

A imagem da química conforme a natureza das implicações do conhecimento científico é apontada na tabela 2, que corrobora uma imagem preponderantemente positiva da química, quando analisada no contexto das pesquisas científicas.

TABELA 2. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “implicações do conhecimento científico” e categorias do descritor “imagem da química” para os conteúdos analisados com grau de relevância igual a 3.

Implicações	Positiva		Indefinida		Negativa		Total
	E	F	E	F	E	F	
Saúde	47	38	9	8	20	21	143
Científico	17	10	35	36	0	0	98
Ambiental	20	16	13	12	6	2	69
Tecnológico	14	12	1	0	0	0	27
Econômico	7	5	1	1	1	0	15
Social	1	3	6	1	1	1	13
Outros	7	13	2	3	0	1	26
Total	113	97	67	61	28	25	391

Abreviações: E: O Estado de S. Paulo; F: Folha de S. Paulo. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Quanto aos tipos de implicações categorizadas, ressalta-se que a saúde aparece como a área de pesquisa que mais faz uso do conhecimento em química. A imagem da química, nesse caso, apresenta-se mais positiva, embora seja considerável o número de notícias em que a mesma é negativa. Frente ao destaque da saúde nas notícias, é válido considerar o que Adam (2001) discute sobre a interface entre a química e as outras ciências, com efeitos principalmente na área da saúde. Segundo o autor, o mérito por muitos dos progressos científicos é conferido a outras ciências que não a química, o que pode ser exemplificado pelas pesquisas com DNA, assumidas pela biologia, e pelo desenvolvimento dos exames de imagem por ressonância magnética, associado aos físicos. Apesar de considerar relevante o trabalho interdisciplinar, o autor pondera que é fundamental para a química buscar o reconhecimento de seus trabalhos, melhorando a imagem da química e atraindo mais estudantes para essa ciência.

A associação entre imagem indefinida da química e implicações científicas também se destaca nos resultados apresentados, o que reforça a importância da química como ciência que gera conhecimento para outras áreas do saber se desenvolverem. Entretanto, sob outra perspectiva, esse mesmo quadro pode se tornar desfavorável. Uma vez que algumas pesquisas não apresentam consequências diretas e imediatas para a população, é possível que a química seja vinculada a estudos aparentemente sem utilidade, como adverte Brotero (2006). Para a autora, quando uma notícia reporta que o conhecimento em química contribuiu para certa pesquisa e a mesma é relatada como uma mera curiosidade, a imagem da química pode ser prejudicada.

Outro resultado que chama a atenção é a baixa associação entre implicações ambientais e imagem negativa, ao contrário do que afirma o senso comum sobre a percepção pública da química. O que o resultado sugere, de fato, é que pesquisas voltadas para solucionar e entender problemas ambientais, com o auxílio da química, estão sendo feitas e os jornais têm divulgado esses estudos. A percepção negativa da química quando o assunto é meio ambiente pode decorrer, por sua vez, de outros tipos de notícias, mais relacionadas a acidentes e fatos pontuais do que ao meio científico propriamente.

Finalmente, ressalta-se a pouca evidência da química em estudos científicos que tenham consequências declaradas para outras áreas além da saúde, científica, ambiental e tecnológica. Essa baixa inserção da química contrasta com o seu perfil de ciência cujos conhecimentos têm implicações diversas nas vidas das pessoas.

Ao se analisar a assinatura das notícias com grau de relevância 3 da química, observa-se que os créditos das matérias são atribuídos, em sua maior parte, às fontes externas, conforme mostra a tabela 3. Dentre as fontes mais citadas, estão as agências de notícias BBC Brasil (British Broadcasting Corporation), Reuters, France Press e Associated Press.

TABELA 3. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “assinatura da notícia” e categorias do descritor “setor de inserção da química” para os conteúdos analisados com grau de relevância igual a 3.

Assinatura	Ciência		Economia		Educação		Outros		Total
	E	F	E	F	E	F	E	F	
Fonte	110	62	42	26	1	1	3	0	245
Jornalista	49	69	44	15	3	2	1	0	183
Não identificado	13	26	4	12	10	2	1	3	71
Especialista	1	4	1	1	0	0	0	0	7
Redação	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	174	161	91	54	14	5	5	3	507

Abreviações: E: O Estado de S. Paulo; F: Folha de S. Paulo. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Quando se analisa a autoria dos conteúdos em função dos setores de inserção da química, encontra-se que a principal co-ocorrência é entre fonte e ciência. Isso indica que muitas das notícias de ciência em que o destaque da química é alto são assinadas por fontes externas, ou seja, são matérias reproduzidas (parcial ou integralmente) a partir de outras fontes.

Esse resultado difere dos números encontrados por Amorim (2006) ao investigar a cobertura de ciências por sete jornais da América Latina. Em sua pesquisa, o autor apontou menor destaque para as agências de notícias quando analisou a autoria das matérias. Porém, apenas o conteúdo da editoria de “Ciência” foi classificado em seu estudo, ao passo que, neste trabalho, não houve exclusão de editorias, com exceção dos cadernos de “Economia” e de

“Educação”. Um exemplo que pode explicar a diferença encontrada é o caderno “Mundo” do jornal "Folha de S. Paulo", que apresentou várias matérias de ciências assinadas por agências de notícias.

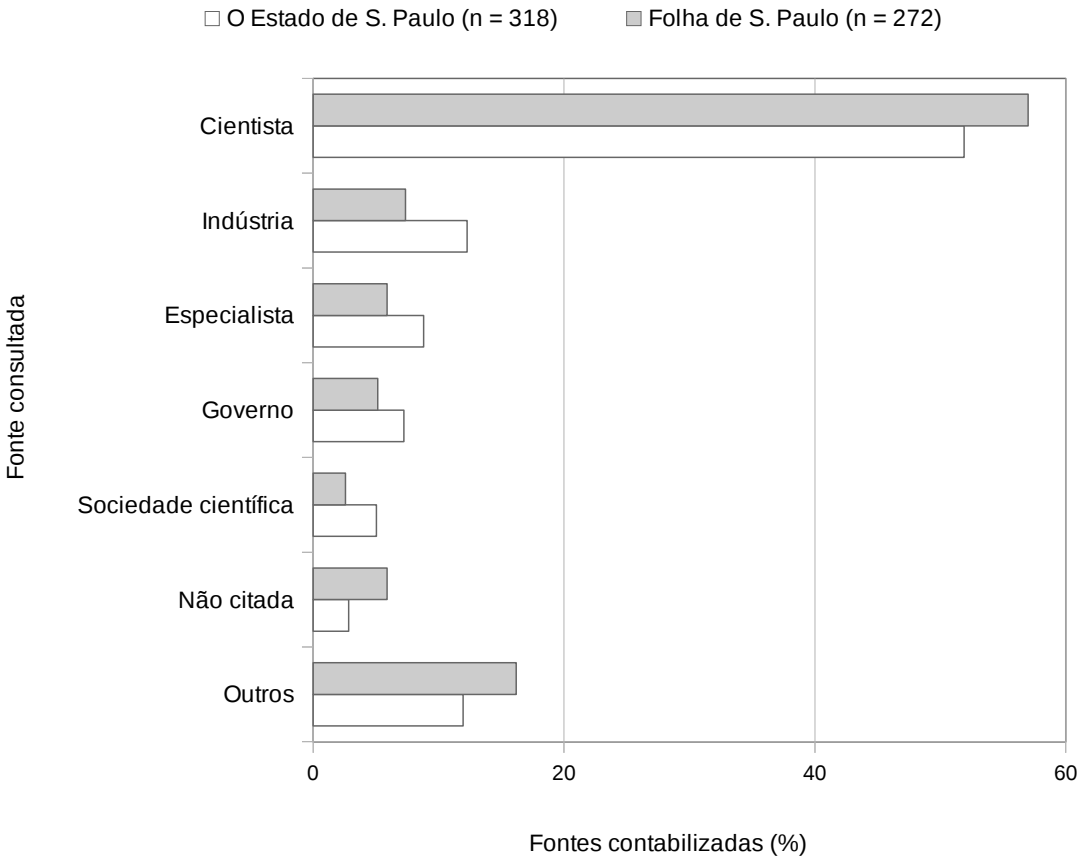
Destaca-se ainda, na tabela 3, o reduzido número de matérias assinadas por especialistas. Tal resultado concorda com aqueles encontrados por Bentley e Kyvik (2011), que analisaram as publicações de cientistas de 13 diferentes países, incluindo o Brasil, considerando tanto as publicações científicas, voltadas a seus pares, quanto as populares, destinadas à população em geral e presentes em jornais e revistas. Em sua pesquisa, os autores apontaram que mais de 90% dos cientistas pesquisados informaram ter publicado ao menos um artigo científico de 2005 a 2007, mas apenas um terço deles publicou um artigo popular. A razão entre artigos populares e científicos foi mais baixa entre pesquisadores da área de ciências naturais. Dentre as hipóteses levantadas pelos autores para explicar os resultados obtidos, está a falta de compensações e incentivos aos pesquisadores para escrever matérias em jornais e revistas.

No cenário nacional, uma pesquisa sobre percepção pública da ciência realizada com 70 pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) também revelou a baixa participação dos cientistas em ações direcionadas à divulgação da ciência (Santos et al., 2009) Apesar de 30% dos entrevistados apontarem os próprios cientistas como sendo os principais responsáveis pela divulgação científica ao público não especialista, menos da metade dos pesquisadores afirmou ter participado, em 2008, de atividades em âmbito não acadêmico, como palestras para o público não especialista, entrevistas em rádio e televisão, além de publicações em jornais e revistas. Ademais, para 57% dos entrevistados, a linguagem constitui a maior dificuldade do público leigo para entender assuntos de ciência e tecnologia.

Diante desses dados, é possível assumir que a percepção pública da ciência pode ser influenciada pela discreta atuação dos cientistas em atividades de divulgação científica, especialmente quando se trata de química, considerada uma ciência complexa e marcada por percepções negativas. Nesse contexto, convém ressaltar que a falta de divulgação da química por aqueles que são especialistas na área pode ter reflexos negativos para a imagem da química, à medida que outras pessoas, sem formação na área, passam a tecer comentários sobre assuntos químicos, definindo e caracterizando essa ciência de acordo com os seus conhecimentos e impressões sobre a mesma (A discipline [...], 2001).

Além de responder pela autoria das matérias, cientistas e especialistas em geral também podem ser fontes de consulta para a produção das mesmas. Quando se analisam as fontes consultadas nas notícias com grau de relevância máximo da química, verifica-se que “cientista” é uma fonte mais consultada que a indústria, enquanto a fonte “especialista” destaca-se em relação ao “governo”. Ressalta-se que a fonte “professor” foi classificada como especialista (figura 7).

FIGURA 7. Análise da fonte consultada em conteúdos de jornais.



Distribuição porcentual das “fontes consultadas” contabilizadas na análise dos conteúdos. Até quatro fontes poderiam ser assinaladas por notícia. Análise restrita aos conteúdos previamente avaliados com “grau de relevância da química igual a 3”. Os conteúdos analisados citavam a palavra “química” e foram publicados nos jornais "O Estado de S. Paulo" e "Folha de S. Paulo" entre 2008 e 2012.

Fonte: Própria autora.

Entretanto, apesar do destaque da categoria “cientista” como fonte consultada, observou-se uma baixa ocorrência de profissionais identificados como “químicos”[7] nas notícias. Nos dois jornais, considerando somente conteúdos com grau de relevância máximo, houve menção a químicos apenas em 25% de notícias. Esses dados revelam que profissionais de outras áreas, que não a química, foram mais consultados que os químicos para a produção dessas matérias. Isso, por sua vez, implica que sujeitos com diferentes níveis de conhecimento em química e inseridos nos mais diversos contextos socioculturais contribuem para construir a imagem pública da química. Tais ponderações reforçam o entendimento da química como um produto cultural.

Quando a análise das notícias refere-se ao seu contexto geográfico, observa-se que este é sobretudo internacional, enquanto conteúdos que fazem menção a questões nacionais

7 O termo “profissional da química”, nesse caso, foi empregado de forma mais ampla e abrangeu, não apenas engenheiros químicos, professores de química, bacharéis, tecnólogos e técnicos em química, mas também todo profissional vinculado a alguma instituição de pesquisa da área de química, independentemente de sua formação.

aparecem em segundo lugar, como mostra a tabela 4. Esta indica, ainda, que as pesquisas são os conteúdos reportados com maior frequência, seguidos dos conteúdos que reportam fatos e suas repercussões.

TABELA 4. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “conteúdo reportado” e categorias do descritor “referência geográfica” para os conteúdos analisados com grau de relevância maior que zero.

Conteúdo reportado	Nacional		Internacional		Outros		Total
	E	F	E	F	E	F	
Pesquisa	42	47	228	192	8	7	524
Fato ocorrido	45	32	49	45	25	10	206
Repercussões de fato	53	39	38	32	6	12	180
Desenvolvimento tecnológico	22	19	35	33	5	3	117
Alerta de risco	7	12	8	18	11	9	65
Políticas públicas	30	9	11	7	6	2	65
Programação cultural	3	15	1	2	2	1	24
Opinião	13	7	1	1	4	4	30
Outros	72	46	34	30	98	63	343
Total	287	226	405	360	165	111	1554

Abreviações: E: O Estado de S. Paulo; F: Folha de S. Paulo. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Esses dados, particularmente, contemplam todas as notícias analisadas, exceto aquelas com grau de relevância nulo. A partir disso, vale salientar que, em muitas das notícias a respeito de fatos e repercussões, o destaque da química foi considerado baixo, motivo pelo qual a imagem da química não foi analisada. Porém, notícias sobre acidentes em indústrias e casos de contaminação, por exemplo, tendem a repercutir muito mais na imprensa do que pesquisas e notícias de caráter positivo. Supõe-se então que a referência à química, mesmo que discreta, nesses tipos de conteúdos poderia favorecer percepções negativas por parte do público geral.

Outro resultado também apresentado na tabela 4 é a co-ocorrência entre a referência geográfica das notícias e o tipo de conteúdo reportado. Enquanto pouco mais da metade das notícias sobre fatos e repercussões refere-se a questões nacionais, as pesquisas reportadas são, majoritariamente, internacionais. Na pesquisa de Amorim (2006), os estudos científicos internacionais também se destacaram mais que os nacionais em dois dos três jornais brasileiros analisados. Entrevistados pelo pesquisador, os editores desses jornais (“Folha de S. Paulo” e “O Globo”) argumentaram que o destaque da pesquisa internacional estaria relacionado à reduzida contribuição do Brasil para a pesquisa mundial e ao fato de que pesquisas estrangeiras relevantes não poderiam ser ignoradas.

Ainda que ambos os argumentos sejam pertinentes, é inevitável questionar os efeitos da cobertura limitada dos estudos científicos nacionais, envolvendo o desprestígio da ciência

nacional e todas as consequências que podem advir disso. Acerca da importância das pesquisas estrangeiras, também cabe questionar até que ponto tal avaliação não está associada ao desconhecimento das pesquisas brasileiras. Essa proposição é validada pela notícia a seguir:

> Professores universitários e cientistas de relevância mundial em nanotecnologia, química de produtos naturais e química verde (extraído de “Químicos brasileiros, padrão internacional”, O Estado de S. Paulo, 27 jun. 2011).

Ao apresentar o perfil profissional e a linha de pesquisa de três renomados químicos brasileiros, a matéria prestigia a pesquisa nacional na área de química. Porém, o próprio título do texto parece sugerir uma surpresa em relação à qualidade dessa pesquisa. É interessante notar que a matéria foi publicada na ocasião do Ano Internacional da Química, o que pode ter servido de motivação para a pauta do jornal.

4.3.1 Química explícita versus química implícita

Analisando-se as notícias que contêm a palavra “química”, percebe-se que as visões de química presentes nos textos são diversas, ora mais explícitas, ora mais implícitas. As matérias a seguir ilustram a complexidade dessa análise:

> A nova droga produzida a partir do açafrão-do-prado (Colchicum autumnale) circula na corrente sanguínea, mas só é ativada por uma substância química emitida por tumores malignos (extraído de “Droga com flor do Egito antigo combate câncer em cobaias”, Folha de S. Paulo, 12 set. 2011).

> Entre os pontos da lei que o secretário apontou como imprecisos está o trecho que proíbe pesquisas com "substâncias químicas". "Tudo é substância química. Até a água, que contém hidrogênio e oxigênio", comentou (extraído de “Lei das Cobaias é 'inexequível', diz secretário do RJ”, O Estado de S. Paulo, 04 jan. 2008).

> Sempre haverá um químico criativo que conseguirá ampliar o poder de drogas e o gosto de alimentos com características nutricionais suspeitas (extraído de “Tabaco sem gosto”, Folha de S. Paulo, 22 mar. 2012).

No primeiro exemplo, a química está presente já no título, uma vez que a droga é uma substância “química”. Contudo, apesar de o conhecimento em química ser importante para a pesquisa reportada, a palavra “química”, citada somente uma vez, aparece dentro de um contexto que pode ser considerado negativo, pois se refere a uma substância emitida por tumores malignos. Logo, o texto pode sugerir que as “substâncias químicas” são danosas para a saúde, diferentemente das drogas (em contexto médico), fármacos e remédios, que melhoram a saúde.

Na segunda matéria, destaca-se que a lei criticada pelo Secretário Estadual de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro revela o desconhecimento do que seria uma “substância química” por parte de quem elaborou a norma, haja vista a associação implícita entre “química” e “substância tóxica”. Essa concepção equivocada da química, evidenciada pelo comentário do secretário, demonstra que ações de divulgação da química, assim como de outras ciências, podem ter inúmeras implicações, gerando impacto inclusive político (Castelfranchi, 2010).

No último exemplo, a imagem da química sugerida pelo texto é, explicitamente, negativa. Em um trecho particular da matéria, o autor atribui aos químicos a capacidade de modificar substâncias. Embora correta, essa informação assume uma conotação negativa, à medida que vincula o trabalho de síntese química a atividades escusas.

4.4 Considerações do estudo

O estudo de caso apresentado traz à luz desafios concernentes à imagem pública da química. A análise de textos de jornais indica que a imagem da química não pode ser simplesmente classificada como positiva ou negativa, sem se ponderar uma gama de outros fatores.

Em primeiro lugar, essa categorização, isoladamente, não reflete a complexidade da química como área do saber nem como área profissional. Conforme discutido neste estudo, a química divulgada nos jornais ora se aproxima da atividade científica, desenvolvida nos laboratórios de pesquisa; ora se vincula à atividade econômica, como um segmento industrial; ora se associa a um componente curricular, tal como a geografia, a biologia, entre outros. Para cada um desses cenários, evidenciam-se mais alguns setores da comunidade de química do que outros, havendo ainda a possibilidade de outros grupos sociais tomarem a palavra em assuntos que se relacionam à química - seja na redação de notícias, seja no papel de fonte consultada.

Além disso, as múltiplas inserções da química nos conteúdos jornalísticos, ora explicitadas pelo termo “química”, ora subentendidas pelo contexto mais amplo, sinalizam diferentes níveis de visibilidade da química, de acordo com os diferentes públicos de leitores e seus diferentes níveis de conhecimento da química. Nesse contexto, admite-se a possibilidade de que a apropriação da química pelas pessoas ocorra conforme o grau de visibilidade da mesma. Em outras palavras, a “química explícita”, por vezes associada a notícias negativas, pode sobressair, aos olhos do público leigo, comparada à “química implícita”, conforme apresentada nesta pesquisa.

Este estudo também aponta a necessidade e a possibilidade de ampliação do espaço da química junto aos meios de comunicação, considerando fatores como a discreta divulgação da pesquisa em química no Brasil e a divulgação de informações equivocadas referentes à química. Para se aumentar a visibilidade da química, tornam-se fundamentais ações de divulgação da

química que envolvam membros da comunidade científica. Todavia, iniciativas isoladas de pesquisadores, embora tenham seu valor, apresentam um impacto consideravelmente menor do que ações integradas e articuladas, envolvendo outros setores da sociedade e contando com suporte financeiro. É preciso ressaltar, contudo, que resultados em longo prazo, com benefícios significativos aos cidadãos, à nação e à ciência, somente são possíveis se as ações para divulgar a química forem constantes.

4.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 8, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 8. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”.

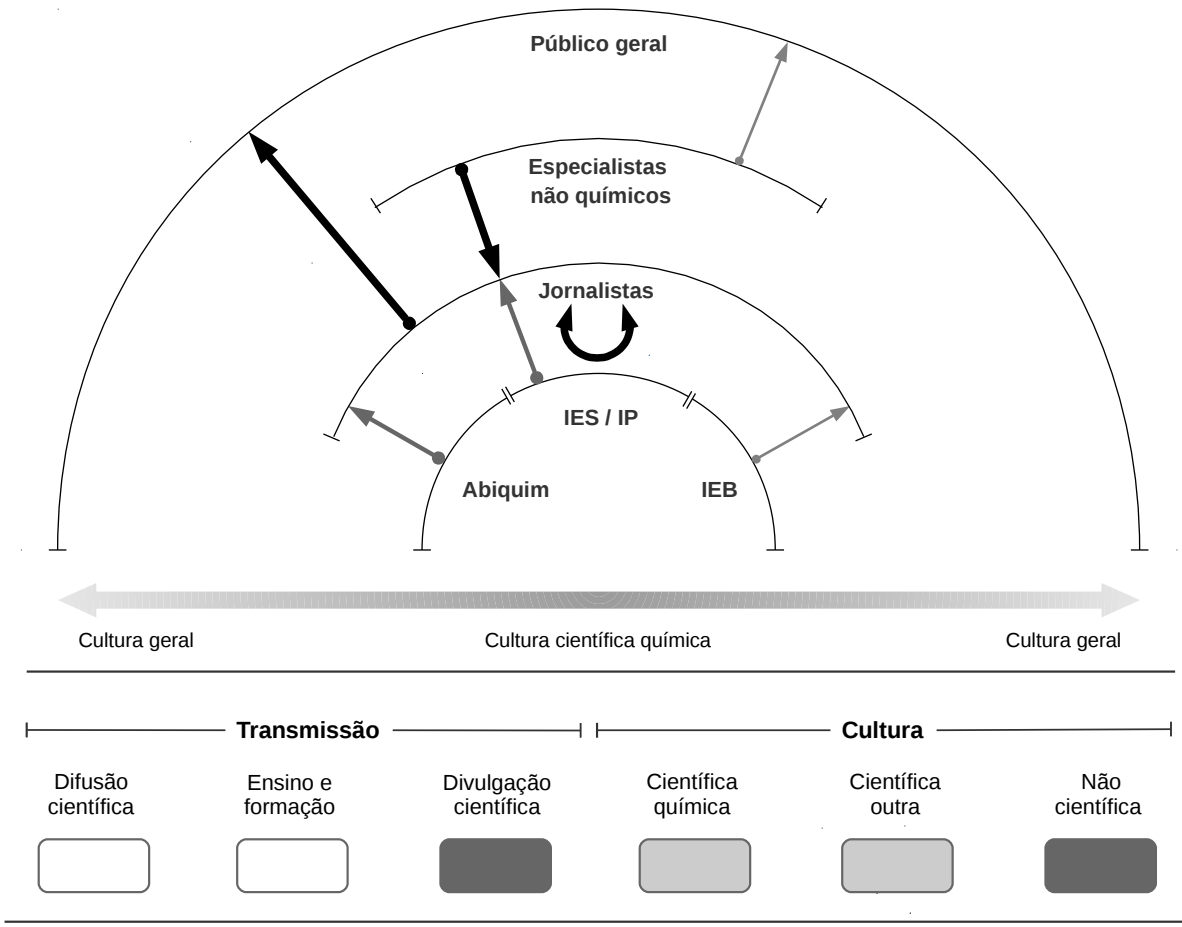


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “Imagem pública da química”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “branco”, “cinza claro” e “cinza escuro” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Abreviações: Abiquim: Associação Brasileira da Indústria Química; IEB: Instituição de Educação Básica; IES: Instituição de Ensino Superior; IP: Instituição de Pesquisa.

Fonte: Própria autora.

4.5.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química”: i. as indústrias químicas, representadas pela Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim); ii. os professores de química, representados pelas instituições de educação básica (IEB); iii. os cientistas químicos e docentes de química que atuam em instituições de ensino superior (IES) e instituições de pesquisa (IP). Constituíram “outros grupos

sociais”: i. os jornalistas, como representantes dos profissionais e das empresas de comunicação, no caso, os jornais analisados; ii. o público geral, que, no contexto deste estudo, compreende todo o potencial público de leitores dos jornais; iii. os especialistas não químicos, que, para fins desta análise, abrangem todas as pessoas (cientistas ou não) que atuam em outras áreas e assinaram seus próprios conteúdos ou foram consultadas por jornalistas.

Na dimensão “transmissão”, somente a categoria “divulgação científica” foi assinalada.

Na dimensão “cultura”, tanto a “cultura científica” quanto a “cultura não científica” foram identificadas no estudo, e esta está representada com maior grau de destaque que a primeira. Há um equilíbrio entre o que é considerado próprio da química e o que é assumido como de outras áreas no plano da cultura científica.

4.5.2 Análise relacional

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a maior parte dos conteúdos publicados com menção à palavra “química” trata de questões diversas, mas que, de maneira geral, não está de fato associada à química nem à ciência como um todo. Tais conteúdos dizem respeito, portanto, a aspectos culturais que não se vinculam à ciência e possuem grau de relevância da química nulo, conforme a metodologia empregada neste estudo de caso. Por essa razão, atribuiu-se um peso maior à subcategoria “cultura não científica”.

Uma parcela menor das notícias tem associação com a química e, dentro deste segmento, uma fração ainda menor a retrata dentro do escopo da ciência. Para essas notícias, observou-se que os conhecimentos em química frequentemente encontravam-se implícitos nos conteúdos publicados, em meio a pesquisas de diferentes áreas, como medicina, astronomia, biologia, entre outras. Constatou-se, assim, certo equilíbrio dentro das subcategorias de cultura científica, considerando-se os resultados obtidos.

Na esfera da cultura científica, matérias assinadas por cientistas não são destinadas aos seus pares; logo, não se enquadram na esfera da difusão como forma de comunicação científica. Além disso, embora os conteúdos jornalísticos possam ser utilizados como recursos educacionais, eles não são produzidos com essa finalidade. Dessa forma, a transmissão de conhecimentos, no que tange à cultura científica, configura uma ação de “divulgação científica” no contexto deste estudo.

A divulgação científica certamente tem um papel discreto no rol de publicações dos jornais analisados, ainda mais quando o universo total de notícias é considerado. Entretanto, cabe a ressalva de que esses jornais não são publicações temáticas com foco em ciências. Com múltiplas editorias, eles se propõem a informar o público sobre assuntos muito variados, incluindo todos os tópicos tomados como “cultura não científica”.

A função de informar, por sua vez, pode ser atribuída principalmente aos jornalistas, que, para produzir suas matérias, recorrem a várias fontes de consulta. Assim, eles estabelecem

relações com um público de especialistas no assunto que pretendem cobrir e que podem auxiliá-los na produção dos conteúdos jornalísticos. Tais especialistas podem ser da área de química, como professores, pesquisadores químicos ou membros das indústrias químicas, e, nesse caso, eles são integrantes da “comunidade de química”. Alternativamente, os especialistas podem pertencer a outras áreas, “outros grupos sociais”.

Os jornalistas também têm a opção de reproduzir matérias, como foi avaliado na assinatura das notícias. A reprodução parcial ou total de matérias a partir de fontes externas mostrou-se um recurso relativamente usual no universo de conteúdos analisados, com destaque para as matérias relacionadas ao campo da ciência. Como verificado neste estudo, ainda há a possibilidade de especialistas (não jornalistas) produzirem matérias. Quando esses especialistas são cientistas, eles têm a oportunidade de divulgar estudos científicos e, desse modo, estabelecer um canal de comunicação com o público mais direto, ainda que mediado por um veículo de comunicação, como é o caso dos jornais.

Ponderando-se todas as relações estabelecidas no âmbito deste estudo, nota-se que os jornalistas dialogam mais com os “especialistas não químicos” e consigo próprios do que com os químicos, menos consultados para a produção dos conteúdos. Entre estes, professores de química são ainda menos consultados, o que se deve, em parte, ao fato de que a área de educação em química está associada a conteúdos avaliados com menor grau de relevância da química. É também bastante tênue a interface estabelecida entre o público geral e os “especialistas não químicos”, que são muito mais fontes consultadas do que autores de conteúdos. Finalmente, reitera-se que a relação entre químicos e público geral ocorre sempre por intermédio de jornalistas, conforme os resultados obtidos.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. A finalidade primária dos conteúdos publicados nos jornais não é a divulgação científica, mas parte das publicações serve a esse propósito;

ii. No plano social, a comunidade de química não se comunica diretamente com o público, mas de modo indireto sim, por intermédio dos jornalistas; contudo, os químicos não são uma fonte de consulta recorrente para os jornalistas.

iii. No campo da química, os aspectos da cultura científica mostram-se imbricados aos de outras ciências;

iv. Em um contexto cultural amplo, a química apresenta-se sob diferentes perspectivas, que incluem a sua vertente científica, sem excluir outras possibilidades; tais perspectivas decorrem não apenas das áreas de inserção da química na sociedade, mas também dos sujeitos que contribuem para que a química exista como um produto sociocultural.

5 Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica

Neste capítulo, apresenta-se um estudo sobre o projeto Ano Internacional da Química (AIQ), que teve como objetivo principal celebrar e promover as contribuições da química para a humanidade. Este trabalho investigou a divulgação do empreendimento junto à mídia e consistiu em uma análise dos registros sobre o AIQ encontrados em diferentes meios de comunicação no decorrer de 2011. Na leitura deste estudo, é interessante observar a diversidade de atividades realizadas no âmbito do AIQ, bem como a variedade de pessoas envolvidas em tal realização. Como consequência dessa profusão de ações e atores, obtém-se também um cenário rico em interações e interfaces que caracterizam iniciativas de proporções amplas como foi o projeto AIQ.

Este estudo foi apresentado na 13th International Public Communication of Science and Technology Conference, que ocorreu em 2014.

5.1 Introdução

Com a crescente valorização das ações de divulgação científica, iniciativas que buscam popularizar a ciência têm se multiplicado, assim como os trabalhos acadêmicos que versam sobre o assunto. Muitos desses trabalhos trazem relatos de experiências pontuais de atividades desenvolvidas. Nesses estudos, é possível encontrar uma série de elementos em comum, relacionados a aspectos práticos que permeiam o planejamento, a organização e a execução da atividade.

Alguns dos aspectos mencionados com maior frequência incluem: i. objetivo da iniciativa e qual a mensagem que se pretende difundir; ii. público alvo; iii. modalidade da ação (peça de teatro, concurso, portal, exposição etc); iv. duração da atividade (dia, semana, mês, ano etc); v. localização do evento (centro cultural, museu de ciências, vias públicas, escolas etc); vi. articulação da iniciativa (se é uma ação isolada ou articula-se com outras atividades); vii. permanência da ação (se é um evento permanente ou transitório); viii. recursos humanos envolvidos.

Entretanto, uma questão muito relevante para a divulgação que raramente é mencionada refere-se à “divulgação da divulgação científica”, ou seja, como o público terá conhecimento das ações desenvolvidas para se divulgar ciência. Tal aspecto é fundamental para garantir o êxito das ações de divulgação, em especial quando se trata de eventos de grande porte, em que se articulam diversas atividades, cada qual com seus próprios aspectos práticos.

Esse é o caso de comemorações como os Anos Internacionais, celebrações em que a grandiosidade dos objetivos propostos e dos recursos investidos (financeiros, humanos e de tempo) tornam obrigatória a preocupação com a sua divulgação. Isso se traduz não apenas na criação de mecanismos para divulgar o evento, mas também de propostas para acompanhar, monitorar e estudar o que é divulgado a respeito.

5.1.1 Anos Internacionais

A proclamação de Anos Internacionais é uma prerrogativa da Organização das Nações Unidas (ONU), de acordo com a Resolução 53/199, aprovada em Assembleia Geral da Organização (ONU, 1998). Todavia, desde a década de 1950, temas de interesse e relevância para humanidade são celebrados em nível global por ocasião dessas datas.

Em 1959, mais especificamente, a ONU promoveu o primeiro Ano Internacional, que foi dedicado aos Refugiados (ONU, 1958). Desse ano até 2011, 62 outros temas já foram contemplados com Anos Internacionais[8], como, por exemplo, os Direitos Humanos (1968), a Criança (1979), a Paz (1986), a Erradicação da Pobreza (1996), o Microcrédito (2005) e a Biodiversidade (2010) (ONU, 2018). Diante da diversidade de temas identificados, destaca-se que menos de 30% deles apresentam uma dimensão científica, ou seja, têm maior potencial para serem explorados sob o prisma da ciência, tais como o Espaço (1992) e o Planeta Terra (2008). De fato raros, cerca de 10% do total são temas que representam áreas do saber na ciência, como a física (2005) e a química (2011) (ONU, 2018).

Ao se analisar os critérios estabelecidos para a proclamação do evento, é possível depreender os motivos pelos quais ele é tão importante. Por esses critérios (ONU, 1980), um Ano Internacional dedicado à ciência representa o reconhecimento, por parte da ONU, de que a área homenageada pode contribuir para solucionar problemas de interesse da humanidade, devendo ser encarada como prioridade nas esferas política, econômica, social, cultural e humanitária de todos ou da maioria dos países do mundo.

Sob uma perspectiva histórica, cabe lembrar que a ONU surgiu em um contexto de pós-guerra, como uma organização criada para promover a paz, a cooperação e o desenvolvimento entre as nações. Dessa forma, é plausível assumir que a ONU reconhece o potencial da área homenageada para promover o progresso da humanidade, entendida aqui como uma comunidade global. O reconhecimento pode ser considerado ainda maior pelo fato de que a decisão por um ano inteiro de celebração é tomada apenas quando se julga que intervalos de tempo menores (dia, semana ou mês, possibilidades previstas pela ONU) não são suficientes para atender aos objetivos do evento (ONU, 1980).

---

8 Em alguns anos, a Organização das Nações Unidas seleciona mais de um tema para ser promovido mundialmente por meio de ações realizadas no contexto dos Anos Internacionais.

Segundo Vargas (2005), quando os temas são relacionados à ciência, educação, cultura, comunicação e informação, a proposição de Anos Internacionais deve ser previamente aprovada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). No mesmo trabalho, o autor descreve a metodologia diplomática seguida na proclamação desses eventos. Em linhas gerais, o processo inicia-se com a elaboração de uma proposta temática por um ou mais países que compõem o Conselho Executivo da Unesco. As propostas são avaliadas na Conferência Geral da Organização por uma comissão especializada, que manifesta seu apoio a uma proposta específica. A resolução aprovada segue para a Assembleia Geral das Nações Unidas, na qual o Ano Internacional em questão deve ser anunciado.

Na comunidade acadêmica, um dos reflexos da proclamação de um Ano Internacional é a publicação de artigos que se referem ao tema celebrado e fazem referência à data. A partir de um breve levantamento na literatura, é possível identificar estudos que seguem esse perfil, mas apresentam focos diferentes.

São encontrados, por exemplo, trabalhos descrevendo ações que estão sendo, foram ou serão desenvolvidas em razão de um Ano Internacional, com destaque para as atividades de extensão (Bodsgard et al., 2011; Henriques et al., 2010; Pinto; Galembeck; Andrade, 2012; Robson; Owens, 2010; Teruya et al., 2013[9]; Teter, 2011; The international [...], 2011). Há publicações de caráter mais reflexivo, em que os autores tecem considerações sobre a importância do Ano Internacional e discutem necessidades, contribuições e desafios relacionados ao tema em questão (Adeel, 2004; Andrews; Clark, 1999; Andrews, 1999; Ghazoul J; Pena-Claros, 2010; Kirchhoff, 2011). Em alguns artigos, o Ano Internacional aparece mais como contexto para um recorte temático, nos quais os pesquisadores abordam outras questões de seu interesse (Christenssonab; Sjöström, 2014; Dellasala et al., 2012; Khoubnasabjafari et al., 2011; Mahama, 2012; Ribeiro; Russo; Cárdenas-Avendaño, 2013). Finalmente, existem estudos em que os autores avaliam o impacto do Ano Internacional passado algum tempo de sua ocorrência, lançando um novo olhar sobre as questões então discutidas (Meloni; Alfonsi, 2009; Stringer, 2008).

5.1.2 Ano Internacional da Química

Em dezembro de 2008, a 63ª Assembleia Geral das Nações Unidas decidiu proclamar 2011 como o Ano Internacional da Química (AIQ), conforme declarado na Resolução 63/209 (ONU, 2008). Um dos argumentos que fundamentaram a decisão foi o reconhecimento de que a educação em química é essencial para o enfrentamento de desafios contemporâneos da humanidade. No mesmo documento, o amplo acesso ao conhecimento em química e o aumento da consciência pública sobre a importância da química foram apresentados como objetivos

9 Versão original do estudo apresentado no capítulo 4 (“A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”) desta tese (página 45).

gerais do AIQ. O evento também pretendia estimular o interesse dos jovens pela química, bem como valorizar o papel das mulheres na química e sua participação em eventos marcantes dessa ciência (Unesco, 2018b).

A proclamação do AIQ assume maior relevância perante a percepção pública negativa dessa ciência, uma ideia propagada por inúmeros autores, que mencionam o vínculo comumente estabelecido entre a química e danos à saúde e ao meio ambiente, como doenças, contaminações, desastres ambientais, entre outros (A discipline [...], 2001; Arroio et al., 2006; Ferreira, 2007; Hartings; Fahy, 2011; Knight, 2007; Laszlo, 2007; Moreau, 2005). Nos jornais, a imagem pública da química mostra-se complexa, já que a visibilidade e a valoração dessa ciência parecem depender do nível de conhecimento em química apresentado pelo seu público de leitores (Teruya et al., 2013)[10].

Em função do AIQ, inúmeras ações comemorativas e educativas foram desenvolvidas em todo o mundo. Apenas no site oficial do evento, foi registrada a ocorrência de mais de 1400 atividades em quase 100 países (Chemistry2011.org, 2018b). Exposições, seminários, publicações, competições e oficinas foram algumas das ações presentes no calendário do evento, contemplando públicos diversos – de professores e estudantes de diferentes níveis educacionais a representantes de indústrias e público geral.

No Brasil, muitas das iniciativas desenvolvidas como parte do AIQ contaram com o suporte do “Projeto AIQ – Ano Internacional da Química 2011”, um empreendimento financiado por recursos públicos e privados que foi responsável por patrocinar, coordenar, desenvolver e divulgar ações promovidas por ocasião da data. Tais atividades foram sumarizadas em estudo anterior (Teruya et al., 2013)[8], no qual se ressaltou a abrangência das ações em termos de público alvo e indicadores de desempenho, bem como se enfatizou a necessidade de se implementar um modelo de divulgação da química.

Segundo o modelo proposto, as ações de divulgação científica devem contar com a participação de diferentes atores, além de receber suporte financeiro e passar por avaliação sistemática. Dentre os atores mencionados, destacou-se a figura do divulgador, salientada como primordial para difundir as ações em curso e facilitar a comunicação entre os demais participantes do projeto desenvolvido (Teruya et al., 2013)[8]. Em outras palavras, isso significa que as ações de divulgação também precisam ser divulgadas para que seu alcance junto ao público seja maior. Esse conhecimento é importante independentemente da informação que se pretende difundir, uma vez que, ao se planejarem campanhas de divulgação, é preciso refletir não apenas sobre o seu público alvo e o conteúdo a ser divulgado, mas também sobre a fonte e o meio de divulgação.

No Projeto AIQ, a tarefa de divulgação das ações desenvolvidas foi realizada pela “Allcom Partners”, empresa de comunicação estratégica que presta serviços à Associação Brasileira da

---

10 Versão original do estudo apresentado no capítulo 4 (“A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”) desta tese (página 45).

Indústria Química (Abiquim). Paralelamente ao trabalho de divulgação, a empresa também obteve registros dos conteúdos publicados na mídia sobre o AIQ. Embora o material coletado não represente a totalidade dos dados publicados a esse respeito, é possível afirmar que ele apresenta um valor investigativo importante, tanto pelo número de registros quanto pela sua representatividade, no tocante às regiões do Brasil contempladas.

Na literatura, não foram encontrados artigos que relatassem a cobertura pela mídia das iniciativas relacionadas ao AIQ, nem mesmo de outros Anos Internacionais para efeito de comparação. Informações dessa natureza, entretanto, foram apresentadas em um relatório da Unesco sobre os produtos e as ações dessa organização (Unesco, 2011). O documento traz alguns dados sobre a cobertura do AIQ feita pela imprensa em janeiro de 2011, data de seu lançamento. A pesquisa, realizada pela empresa de comunicação Meltwater News, apresentou dados sobre a cobertura da cerimônia, contabilizou as referências ao AIQ na imprensa, por dia do mês, país e idioma, bem como forneceu dados qualitativos sobre alguns conteúdos publicados.

Todavia, o Brasil não foi um dos 61 países cuja imprensa foi monitorada pela Meltwater News e nenhum conteúdo em língua portuguesa foi identificado nesse levantamento, embora o Brasil seja um dos países mais populosos do mundo. Além disso, a própria Unesco (2011) reconhece que, depois do inglês, as publicações mais consultadas da organização são aquelas em espanhol, português ou francês. A esses dados, acrescenta-se o fato de o Brasil ter participado massivamente de uma das principais iniciativas do AIQ, o projeto "Experimento Global da Água" ("Global Water Experiment"), também conhecido como "pH do planeta" (Marson; Galembeck; Andrade, 2013). Finalmente, aspectos metodológicos da pesquisa não foram mencionados de forma detalhada no relatório, dificultando a compreensão dos resultados. Como última ressalva, reitera-se que a pesquisa foi restrita ao mês de janeiro.

É notável, ainda, que o único estudo encontrado sobre a cobertura do AIQ tenha sido esse, feito a pedido da Unesco. Dada a importância de se ter um Ano Internacional da Química, uma oportunidade única de se difundir a química em nível mundial, seria esperado que a comunidade acadêmica também se mobilizasse no sentido de pesquisar o assunto. Constata-se, assim, a falta de pesquisas mais aprofundadas na área, apesar da relevância de se estudar a cobertura do AIQ feita pela mídia.

Preenchendo essa lacuna, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a divulgação das ações do AIQ no Brasil. Esse retrato do AIQ na mídia foi analisado à luz dos objetivos do evento e de um modelo de divulgação da química. O que se propõe neste estudo, em suma, é lançar um olhar crítico para uma etapa frequentemente negligenciada das ações de divulgação científica, que é justamente a sua divulgação junto ao público.

5.2 Metodologia de pesquisa

Foram analisados 774 registros sobre o AIQ, publicados em diferentes meios de comunicação ao longo de 2011. O material compilado pela empresa Allcom Partners compreende várias mídias diferentes, incluindo gravações de entrevistas a rádios, matérias/notas publicadas em revistas e jornais impressos, além do conteúdo coletado em páginas da web. É importante frisar que os conteúdos são publicações oriundas de todos os estados brasileiros e contemplam não apenas as grandes capitais, mas também as cidades menores, com a sua imprensa local e suas particularidades regionais.

De todo o material reunido, foram analisados somente os registros que faziam referência explícita ao “Ano Internacional da Química”. Conteúdos publicados em dois meios distintos, por exemplo, jornal impresso e online, foram contabilizados duas vezes, desde que se tivesse acesso às duas versões. Não se discriminaram os conteúdos quanto à sua extensão (pequena nota ou grande matéria) ou ao seu destaque na mídia (matéria divulgada em capa ou não, por exemplo).

O material selecionado foi analisado de acordo com os seguintes descritores:

i. Contextualização do AIQ – O ano de 2011 foi declarado como Ano Internacional da Química por uma decisão da ONU, em homenagem ao centenário do Prêmio Nobel da cientista Marie Curie. Considerou-se que a menção a tais informações, ainda que superficial, seria uma forma de contextualizar a data no conteúdo publicado.

ii. Importância da química – Observou-se, em cada conteúdo, se o mesmo citava aspectos positivos resultantes do conhecimento em química, ou seja, contribuições dessa ciência para o desenvolvimento da humanidade e do planeta, em geral.

iii. Ação divulgada – Foram assinaladas as ações do AIQ divulgadas em cada registro. Esse descritor abarcou as categorias: "apresentações com experimentos" (demonstrações de experimentos para determinado público), "cerimônia de abertura" (cerimônia oficial de lançamento do AIQ), "concurso" (concursos promovidos pela comunidade de química), "conteúdo temático" (matérias e reportagens tratando de assuntos relacionados à química), "experimento pH do planeta", "exposições" (exposições “Química elementar”, “Química para um mundo melhor”, entre outras), "homenagem" (homenagens realizadas a cientistas), "material didático" (livros didáticos/paradidáticos), ‘olimpíadas’ (competições do conhecimento em química), "palestras" (seminários, debates, conferências), "SBQ portais" (portais da Sociedade Brasileira de Química, tais como QNInt, AIQ, QUID+, 365 dias de química), "visita a indústrias" (visita de estudantes a indústrias químicas), "outros" (não citados nas demais categorias). Até quatro ações diferentes poderiam ser assinaladas nesse descritor. A opção "nenhuma" foi assinalada caso o material não divulgasse qualquer ação; já a opção "não especificadas" foi assinalada quando, apesar de o conteúdo mencionar que ocorreriam ações de divulgação, fazia-o de forma genérica, sem citar uma em particular.

iv. Descrição das ações – Verificou-se se cada registro descrevia minimamente a ação divulgada, isto é, se o conteúdo apenas citava a ocorrência de um evento ou se fornecia alguma informação adicional sobre o mesmo, além de data ou local de acontecimento.

v. Fonte divulgadora – Cada conteúdo publicado sobre o AIQ foi classificado de acordo com a fonte que o divulgava. Nesse contexto, considerou-se como fonte a corporação/associação/entidade responsável pela divulgação. Também foi considerada a possibilidade de a fonte ser uma pessoa física, ou seja, tratar-se de uma iniciativa individual, o que poderia corresponder, por exemplo, a um blog pessoal. As seguintes categorias foram definidas para esse descritor: "academia" (instituições de pesquisa e/ou ensino superior, sociedades científicas); "educação" (escolas, sites educacionais); "entidade profissional" (Conselhos Regionais de Química - CRQ, sindicatos); "governo" (secretarias, ministérios governamentais); "imprensa" (rádio, televisão, jornal, revista); "indivíduo" (blogs, páginas da web pessoais); "indústria" (representantes do setor industrial); "serviços" (representantes do setor terciário); "outros" (não citados nas demais categorias). Não se discriminaram os conteúdos quanto ao tipo de mídia utilizado (por exemplo, digital, impressa, audiovisual).

vi. Área profissional – A referência à química como possibilidade de área profissional, seja na academia, na indústria ou no ensino, foi avaliada nesse descritor.

vii. Menção a cientista – Foi pesquisado se o conteúdo publicado citava algum cientista, de qualquer área, contemporâneo ou não. Foram desconsideradas, porém, referências à cientista Marie Curie, por seu trabalho ter motivado a proposição do AIQ.

Para os descritores "contextualização do AIQ", "importância da química", "área profissional" e "menção a cientista", as categorias possíveis de classificação foram "sim" e "não". Para o descritor "descrição das ações", além de "sim" e "não", definiu-se a categoria "não se aplica" (NA), para os casos em que nenhuma ação havia sido citada ou especificada. O mês em que cada conteúdo foi publicado também foi assinalado. Todos os dados foram compilados em uma planilha eletrônica e submetidos a uma análise estatística que indicou a frequência de ocorrência de cada categoria, por descritor, com a respectiva evolução temporal dos dados. Além disso, foram realizadas análises de frequência de co-ocorrência entre as categorias propostas.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Contexto do AIQ e importância da química

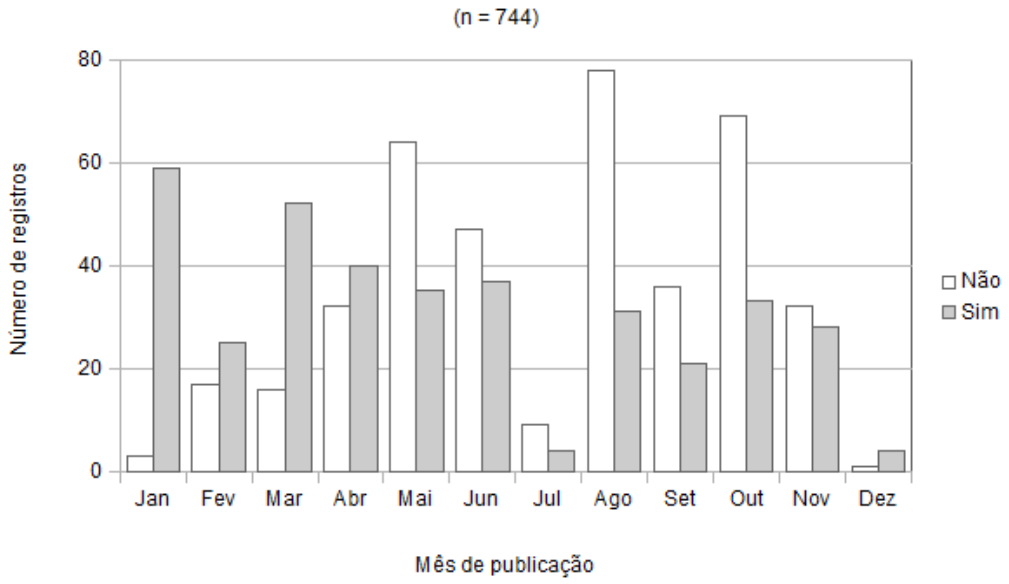
A contextualização do AIQ e a menção à importância da química foram os primeiros aspectos avaliados nas notícias. A partir deles, buscou-se delinear um quadro geral de como o

evento estava sendo divulgado junto ao público e como a química era retratada nesse contexto, independentemente do conteúdo específico de cada notícia.

A contextualização foi analisada com o objetivo de se obterem informações que permitissem entender a origem da data. Da totalidade dos registros analisados, verificou-se que 48% deles apresentavam um contexto para o AIQ, valor baixo considerando-se que a contextualização do evento é um ponto importante para as notícias que o divulgam. Ao saber como e por que o AIQ foi proclamado, o destinatário da notícia pode ter algum contato, ainda que superficial, com elementos relacionados à cultura científica (Godin; Gingras, 2000), no que diz respeito, por exemplo, à organização de entidades acadêmicas e à apreciação de trabalhos científicos. Ademais, a referência à ONU como organização responsável por proclamar o AIQ valoriza ainda mais a química, uma vez que os critérios da entidade para a escolha do tema celebrado explicitam a relevância do mesmo para a humanidade (Unesco, 1980).

Quando se analisa a evolução temporal dos dados de contextualização, observa-se uma tendência de queda ao longo do ano (figura 9)[11]. De acordo com os dados obtidos, o contexto do evento foi um aspecto mais presente na sua divulgação no começo de 2011 do que no seu término. A contextualização foi maior do que 50% apenas no primeiro quadrimestre do ano (além do mês de dezembro) e, ainda assim, com valores progressivamente menores de janeiro a abril.

FIGURA 9. A contextualização do evento expressa nos conteúdos de divulgação do AIQ.



Frequência de ocorrência dos registros quanto à presença (“Sim”) ou ausência (“Não”) de informações que contextualizassem o evento. Os conteúdos analisados faziam referência ao “Ano Internacional da Química” (AIQ) e foram publicados na mídia no decorrer de 2011.

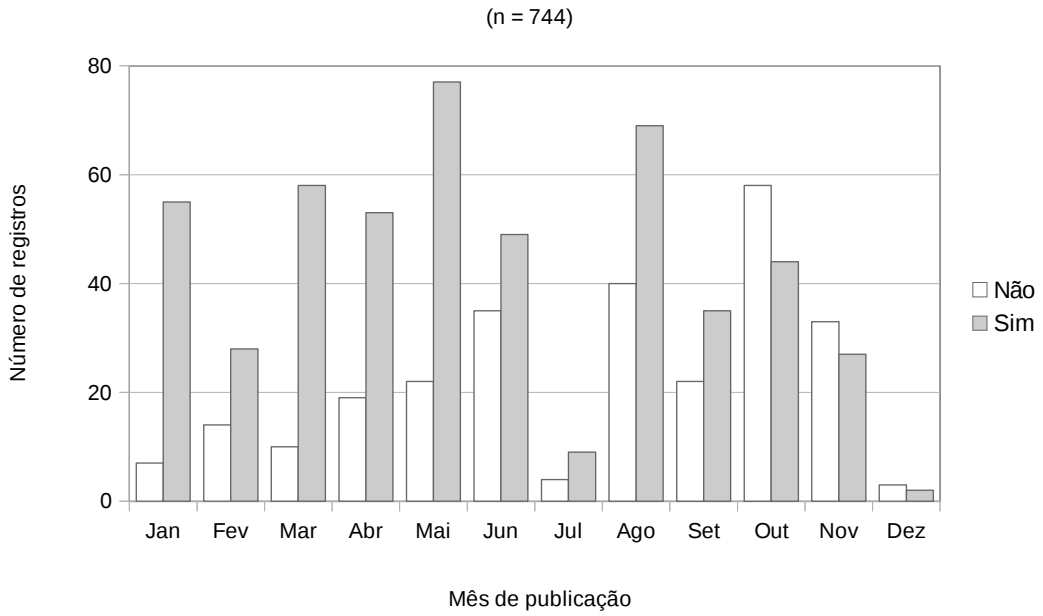
Fonte: Própria autora.

11 Observa-se que julho e dezembro foram os meses com o menor número total de registros compilados. Considerando que crianças e jovens muitas vezes frequentem atividades culturais como parte da programação de suas escolas, é razoável supor que a participação desse público em atividades do gênero decresça durante o período de férias escolares. Isso poderia explicar a menor divulgação de atividades relacionadas ao AIQ nos meses de julho e dezembro.

Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o início do AIQ foi intensamente divulgado em todas as mídias, por públicos diversos, que envolveram desde profissionais da comunicação até as entidades relacionadas às comunidades de química e científica em geral. Segundo dados do relatório da Unesco, a cobertura do lançamento do AIQ em janeiro resultou em um pico de acessos ao site da organização, um reflexo da ampla divulgação do evento pela imprensa de inúmeros países (Unesco, 2011). A redução na contextualização, por sua vez, pode representar o entendimento de que, com o passar do tempo, já não era mais necessário contextualizar o AIQ, especialmente para as fontes divulgadoras que publicaram conteúdos sobre o evento com alguma regularidade no decorrer do ano.

Resultado semelhante foi encontrado na avaliação do descritor "importância da química", cuja análise apontou para a ocorrência ou não de menções favoráveis à mesma, no que se refere às contribuições do conhecimento em química para o desenvolvimento da humanidade. A maior parte dos registros (65%) mencionou contribuições positivas da química, na totalidade dos dados. Porém, novamente foi observada uma tendência de queda nesse quesito com o passar do ano, como mostra a figura 10. Embora, para esse descritor, o porcentual de "sim" tenha sido maior do que de "não" em quase todos os meses, ele foi mais expressivo no primeiro semestre do que no segundo.

FIGURA 10. A importância da química expressa nos conteúdos de divulgação do AIQ.



Frequência de ocorrência dos registros quanto à presença (“Sim”) ou ausência (“Não”) de informações sobre a “importância da química”. Os conteúdos analisados faziam referência ao “Ano Internacional da Química” (AIQ) e foram publicados na mídia no decorrer de 2011.

Fonte: Própria autora.

As explicações para esse resultado podem ser as mesmas que foram propostas no caso da contextualização: divulgação mais intensa do AIQ no início do ano e a ideia de que determinadas informações sobre AIQ/química seriam menos necessárias com o passar do tempo. Todavia, posto que um dos objetivos do AIQ era divulgar a importância da química para o desenvolvimento da humanidade e do planeta (Unesco, 2008), constata-se, com o resultado apresentado, que tal objetivo torna-se mais difícil de ser alcançado se a sua consecução for condicionada à valoração positiva da química junto à mídia. Esse ponto é ainda mais relevante quando se considera que a percepção pública da química é propagada como negativa (A discipline [...], 2001; Arroio et al., 2006; Ferreira, 2007; Hartings; Fahy, 2011; Knight, 2007; Laszlo, 2007; Moreau, 2005).

Em virtude disso, acredita-se que o espaço dedicado à divulgação de ações do AIQ – ou de qualquer outra ação de divulgação da química – deva ser melhor explorado. Ou seja, a notícia que traz informações sobre uma atividade de divulgação da química deveria, também, promover os aspectos positivos da química, o que contribuiria para despertar o interesse pelo evento divulgado mesmo naquele público que, em princípio, não se interessa por química. Além disso, é preciso atentar para o fato de que a notícia de divulgação possa talvez ser a única oportunidade de se comunicar a mensagem que o evento pretende transmitir, pois muitos daqueles que lerão a nota sobre a peça de teatro ou a exposição, por exemplo, não irão, de fato, a esses eventos, nem irão ler os livros recomendados, participar dos concursos lançados e assim por diante.

A partir dessa constatação, evidencia-se o fato de que campanhas de divulgação da química, particularmente quando de longa duração, demandam uma mobilização permanente de seus organizadores para que as ações desenvolvidas não sejam desvinculadas de seu propósito original e, com isso, percam parte de seu potencial para promover a química. Essa mobilização, por sua vez, depende da coesão da comunidade de química. Complementarmente, ao trabalho dos organizadores, devem ser somados os esforços dos demais atores engajados na campanha desenvolvida, com destaque para os sujeitos responsáveis por promover a interlocução entre quem planeja e executa as ações e aqueles que as divulgam para determinado público alvo (Teruya et al., 2013)[12].

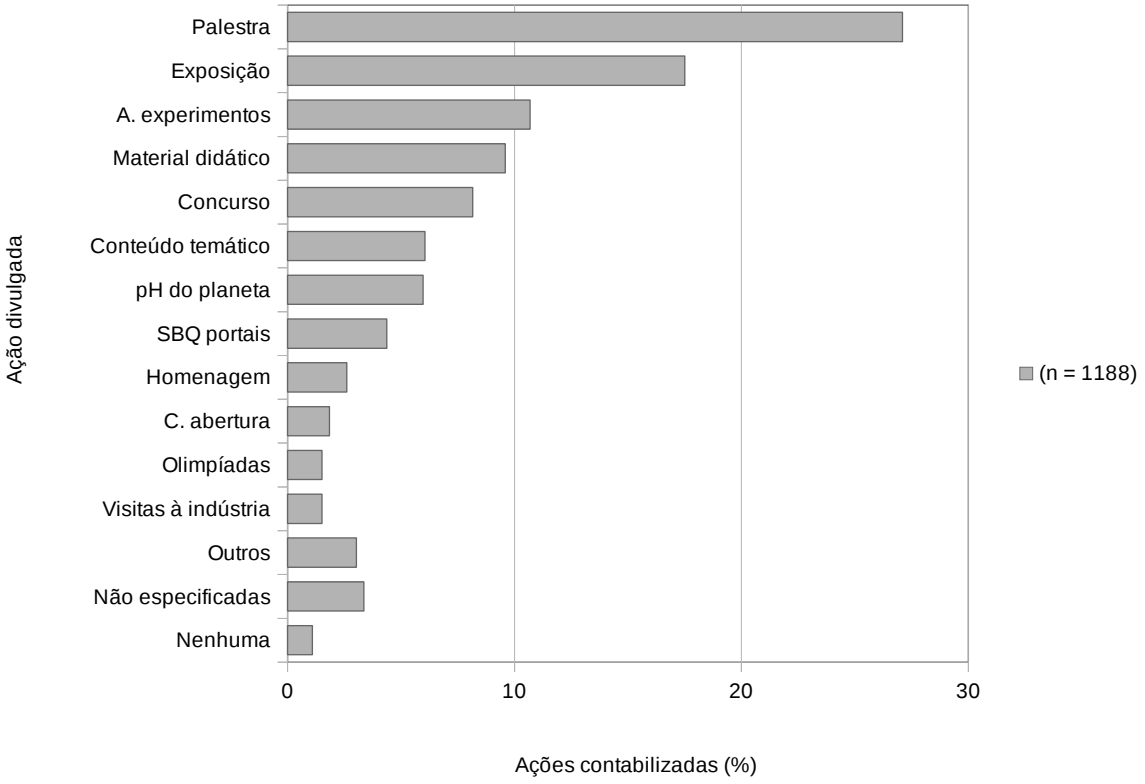
5.3.2 Ações do AIQ divulgadas

Além de uma introdução geral sobre o AIQ, era esperado que as notícias referentes ao assunto também divulgassem as ações desenvolvidas para celebrar a data. Assim, as ações divulgadas foram outro tópico avaliado nos conteúdos publicados. Em um primeiro momento, analisou-se que tipo de iniciativa estava sendo divulgada (figura 11).

---

12 Versão original do estudo apresentado no capítulo 4 (“A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”) desta tese (página 45).

FIGURA 11. Relação das ações promovidas pelos conteúdos de divulgação do AIQ.



Frequência de ocorrência (em porcentagem) das “ações de divulgação” contabilizadas na análise dos registros. Até quatro ações diferentes poderiam ser assinaladas por conteúdo analisado. Abreviações: A. Experimentos: Apresentações com experimentos; C. abertura: Cerimônia de abertura. Os conteúdos analisados faziam referência ao “Ano Internacional da Química” (AIQ) e foram publicados na mídia no decorrer de 2011.

Fonte: Própria autora.

Dentre todas as ações do AIQ, aquelas com maior exposição na mídia foram as palestras. Nessa categoria, foram incluídas apresentações de naturezas variadas, tais como seminários promovidos em instituições acadêmicas, palestras de divulgação da química para alunos da educação básica, ciclos de conferências da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e debates organizados por sindicatos da indústria química. As palestras, juntamente com as exposições e apresentações de experimentos, representaram mais de 50% das ações identificadas nos registros analisados. Os materiais didáticos divulgados foram, especificamente, as coleções de livros lançados pela SBQ, que foram disponibilizados no portal AIQ e distribuídos em escolas. Como conteúdos temáticos, foram classificadas todas as matérias/reportagens especiais que abordavam algum assunto relacionado à química e citavam o AIQ, considerando-se a hipótese de que o AIQ pode ter contribuído para aumentar a exposição da química e de assuntos afins na mídia. Ressalta-se, novamente, que nem todas as ações divulgadas faziam parte do “Projeto Ano Internacional da Química”, mas foram contabilizadas por citarem o AIQ e, de alguma forma, estarem inseridas em seu contexto.

Acerca da posição de destaque ocupada pelas palestras, é possível que esse tipo de ação tenha sido, de fato, a mais frequente. A organização de palestras, seminários, conferências e outras atividades do gênero é comum no meio acadêmico e tende a apresentar um custo financeiro menor em relação a grandes exposições, o que pode influenciar na escolha desse meio de divulgação a despeito de outros. Além disso, como será apresentado posteriormente, representantes da academia estiveram entre as principais fontes de divulgação do AIQ. Por outro lado, vale ponderar que atividades como essas, quando voltadas ao público acadêmico, tendem a se distanciar da divulgação científica, configurando-se uma situação em que a comunidade de química dialoga consigo mesma.

O sucesso das exposições, por sua vez, pode explicar a ampla divulgação desse tipo de ação, por meio da qual a comunidade de química pode dialogar mais diretamente com a sociedade. Os museus e centros de ciência nos quais parte delas ocorre valorizam cada vez mais o caráter interativo de suas exibições, o que parece ser um atrativo para o público (Heath; Lehn, 2009). Destaca-se, ainda, o fato de que, ao explorar assuntos científicos relevantes sob os aspectos políticos, sociais, ambientais e econômicos, as exposições aproximam-se de uma tendência já observada na educação em ciências, que trata de ensinar a ciência de forma contextualizada e crítica (Navas; Contier; Marandino, 2007). Massarani e Moreira (2004) acrescentam que, além da contextualização, outras questões também estão sendo valorizadas pelos museus, tais como o apelo emocional das exposições, o estímulo à reflexão e à percepção de riscos ligados a assuntos científicos, além da importância da experimentação.

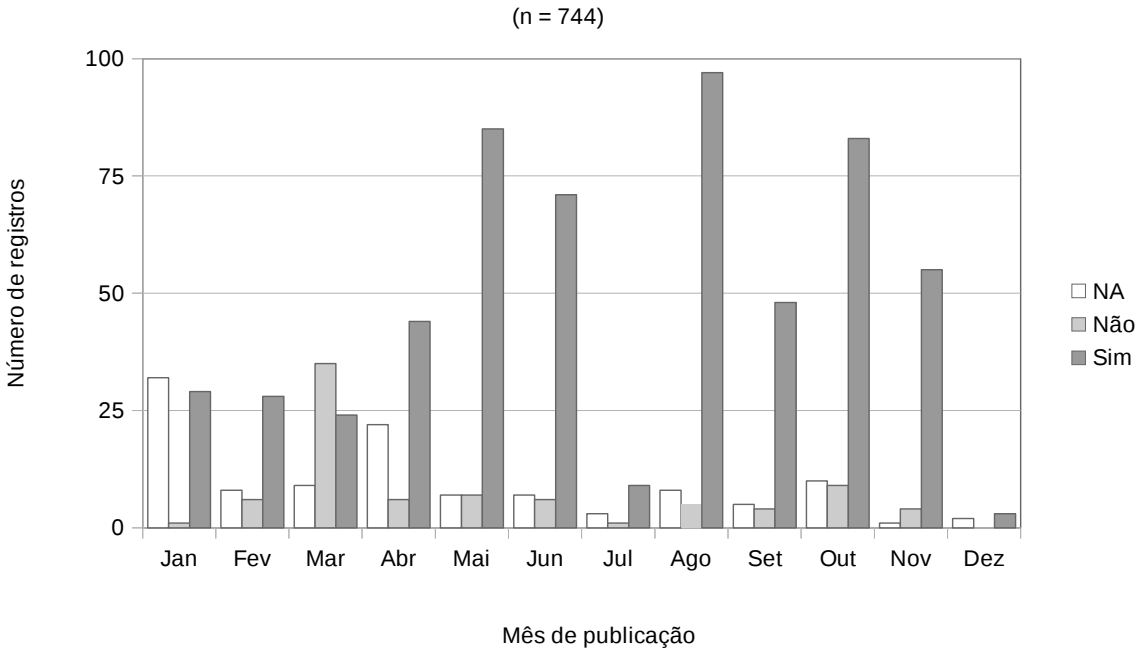
Sobre os experimentos de química, aliás, os dados obtidos sugerem que a mesma pode ser considerada uma estratégia bem-sucedida para divulgar a química, a julgar pela inserção dessas ações na mídia. Embora os experimentos muitas vezes sejam apenas demonstrativos, o engajamento do visitante com o experimento pode aumentar pela atuação de monitores, contribuindo para um maior aprendizado dos conceitos científicos (Borges et al., 2011). Nesse contexto, salienta-se que o interesse dos estudantes, parte considerável do público, por esse tipo de atividade pode ser despertado pelo fato de que nem todos têm aulas experimentais nas escolas. Além disso, sabe-se que a imagem pública da química está bastante relacionada à atividade experimental (Schummer; Spector, 2007).

Analisando-se os dados de tipo de ação ao longo do tempo, é possível identificar alguma correspondência temporal, o que se pode atribuir à maior visibilidade de determinada ação em função do seu lançamento. O aumento dos registros sobre o experimento pH do planeta no mês de outubro, por exemplo, ilustra bem essa relação temporal. O pH do planeta, um projeto apoiado pela Unesco e pela International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), mobilizou estudantes de todo o mundo a avaliarem a qualidade da água de sua região e a compartilharem de forma on line os resultados obtidos. O Brasil foi o país com o maior número de estudantes a participar do projeto e foi aquele que mais contribuiu com resultados para o experimento (Marson; Galembeck; Andrade, 2013). O experimento, amplamente divulgado na

imprensa mundial em janeiro de 2011 (Unesco, 2011), foi desenvolvido durante todo o AIQ. Porém, em âmbito nacional, foi na ocasião da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, em outubro, que a ação repercutiu mais intensamente, com o experimento sendo realizado em feiras de ciências e outros espaços não-formais de educação. Já os portais da SBQ foram mais citados no início do ano, quando se buscava popularizar e contextualizar mais o AIQ, enquanto outras ações, como exposições e palestras, ainda estavam sendo planejadas e organizadas.

Outro ponto avaliado foi a descrição das ações divulgadas. Mais especificamente, foi verificada a ocorrência ou não de uma descrição mínima das atividades. Do total de conteúdos analisados, 74% deles caracterizaram minimamente a ação divulgada, fornecendo informações básicas que iam além de dados de local e data, por exemplo. Contudo, a tendência geral é de aumento da descrição com o passar do ano, conforme mostra a figura 12. É possível observar que, em janeiro, cerca da metade dos conteúdos não especificava nenhuma atividade do AIQ, pois o trabalho de divulgação do projeto ainda estava em estágio inicial. No decorrer de 2011, porém, com o calendário de ações mais bem definido, a divulgação das mesmas também apresentou um maior grau de detalhamento.

FIGURA 12. Descrição das ações nos conteúdos de divulgação do AIQ.



Frequência de ocorrência dos registros quanto à presença (“Sim”) ou ausência (“Não”) de descrição da ação divulgada. Casos em que nenhuma ação de divulgação era citada foram contabilizados como “NA” (“Não se aplica”). Os conteúdos analisados faziam referência ao “Ano Internacional da Química” (AIQ) e foram publicados na mídia no decorrer de 2011.

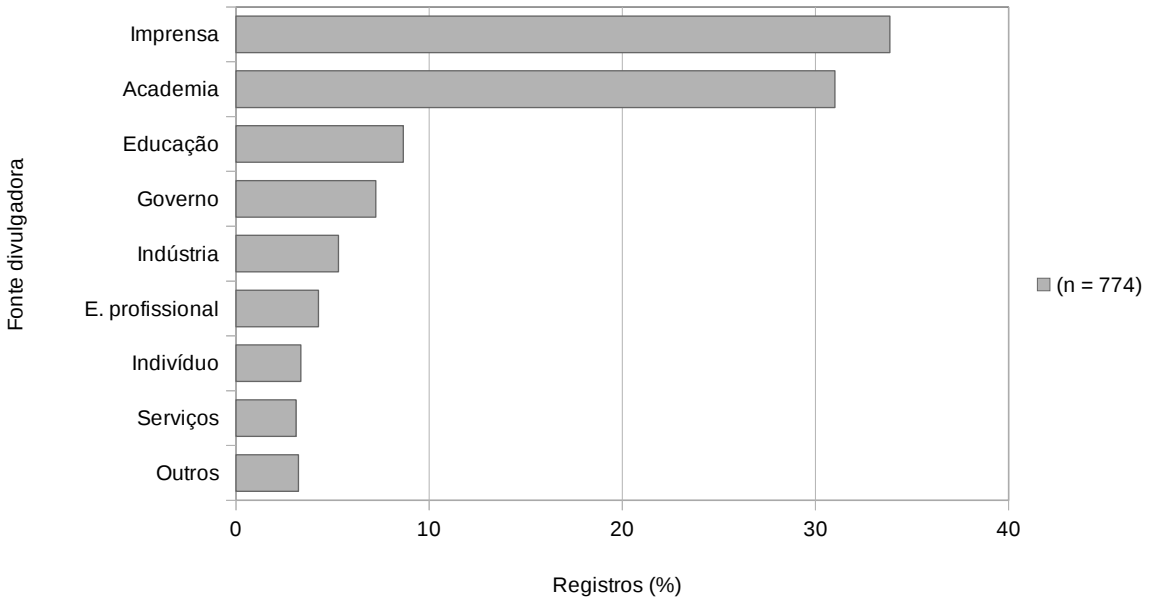
Fonte: Própria autora.

A preocupação com a descrição das ações pode ser justificada pela importância de se informar o público sobre o evento, o que significa mais do que notificar a sua ocorrência simplesmente. Quando o público tem informações sobre determinada ação (exposições, palestras etc), ele pode preparar-se melhor para a atividade e até avaliar se ela é ou não interessante. Isso é particularmente relevante no caso de visitas a museus e centros de ciência pela comunidade escolar. No contexto da educação em espaços não-formais, as atividades extrassala devem atender a um propósito claro e fazer parte de um planejamento de aulas bem elaborado (Wolinski et al., 2011), o que exige do professor o conhecimento prévio do que a visita pode proporcionar aos seus alunos. A partir dessa consideração, é plausível supor que o nível de interesse e participação do público nas ações desenvolvidas deva aumentar se houver uma descrição adequada das mesmas, independentemente da natureza das ações. Vale pontuar, também, que a descrição das ações demanda do profissional que reporta o evento um trabalho maior, comparado à simples citação do mesmo. Fornecer detalhes sobre uma exposição, por exemplo, pode requerer do jornalista uma visita ao local ou uma entrevista com os responsáveis pela sua organização, exigindo do profissional mais esforços para cobrir o evento.

5.3.3 Origem das notícias

Quando se analisa a origem dos conteúdos que citam o AIQ, observa-se o predomínio de duas fontes, "imprensa" e "academia", que responderam por mais de 30% dos registros classificados cada uma, como mostra a figura 13. Outras fontes estiveram associadas a menos de 10% dos conteúdos, apresentando, portanto, uma participação muito discreta na divulgação da química. Esse porcentual foi baixo mesmo para os setores que, a priori, deveriam estar mais interessados na divulgação da química, como as entidades profissionais e as indústrias, questão que será discutida mais adiante na seção “Análise articulada de fatores”.

FIGURA 13. Fontes dos conteúdos de divulgação do AIQ.



Frequência de ocorrência (em porcentagem) dos registros quanto às “fontes de divulgação”. Abreviação: E. profissional: Entidade profissional. Os conteúdos analisados faziam referência ao “Ano Internacional da Química” e foram publicados na mídia no decorrer de 2011.

Fonte: Própria autora.

Cabe frisar que muitos dos registros contabilizados não eram materiais originais, mas sim reproduções parciais ou totais de conteúdos publicados por determinada fonte. Isso foi observado com frequência no início de 2011, quando várias fontes reproduziram a nota oficial de lançamento do AIQ. No segundo semestre, fenômeno semelhante ocorreu com o material de divulgação do governo sobre a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, que citava o experimento pH do planeta e foi reproduzido por instituições acadêmicas, imprensa, entre outras fontes. Para efeitos de classificação neste trabalho, levou-se em conta a fonte secundária da informação e não a primária. Tais considerações sugerem que a divulgação da química pode ser potencializada pela publicação de informações oficiais sobre a química e assuntos correlatos, que serão reproduzidas pela mídia posteriormente.

Quando analisados temporalmente, os dados sobre as fontes de divulgação mostram que a polarização entre imprensa e academia torna-se um pouco mais evidente com o passar do ano, o que significa que a participação das outras fontes vai se reduzindo paulatinamente. A categoria "indivíduo", por exemplo, foi assinalada em 16% dos registros do mês de janeiro, mas foi muito menos identificada nos outros meses do ano. Esses dados não apontam, necessariamente, uma queda no público alcançado pelo trabalho de promoção do AIQ. No entanto, eles podem indicar que menos setores da sociedade em geral e da comunidade de química em particular envolveram-se nessa divulgação do início ao fim de 2011. Por extensão,

entende-se que a mobilização em prol do AIQ também diminuiu. Isso pode incitar o questionamento sobre a efetividade do AIQ como um elemento coesor e mobilizador dos diversos grupos que compõem a comunidade de química.

5.3.4 A divulgação do AIQ e outros objetivos do evento

Na análise do descritor "área profissional", apenas 11% dos conteúdos citaram a química como possibilidade de área profissional, apesar do fato de que um dos propósitos do AIQ era atrair os jovens para a carreira em química (Unesco, 2018b). É possível conjeturar que esse número poderia ser maior se a participação de entidades profissionais e de indústrias químicas na divulgação do AIQ também fosse mais expressiva. Adicionalmente, o valor obtido pode sugerir, ainda, uma baixa ocorrência de eventos que poderiam ajudar a divulgar a carreira em química.

Em pesquisa com graduandos dos cursos de engenharia, incluindo química, Cavas et al. (2011) reportaram que a escolha profissional desses estudantes foi influenciada, dentre outros fatores, por visitas a universidades e indústrias, assim como por visitas de representantes das universidades e indústrias às escolas onde os alunos estudavam. Tais eventos são importantes porque mesmo jovens que gostam de ciências no ensino médio podem não demonstrar interesse por carreiras científicas, de acordo com Bevins et al. (2011). No mesmo estudo, os autores apontaram que os professores não têm o hábito de informar os estudantes sobre essas carreiras, conforme opinaram os alunos pesquisados, o que corrobora a necessidade de se divulgar a ciência e, mais especificamente, a química, como opções profissionais.

Quanto à menção a cientista, verificou-se que 52% dos registros analisados citavam, com maior ou menor grau de destaque, algum cientista. Uma das hipóteses para esse número não ser maior é o baixo nível de envolvimento de cientistas com atividades de popularização da ciência, o que está relacionado a inúmeros fatores, dentre eles a falta de incentivo para o engajamento nesse tipo de atividade (Bentley; Kyvik, 2011).

No Brasil, todavia, algumas inciativas vêm sendo tomadas no sentido de motivar a maior participação de cientistas na divulgação científica, a exemplo da inserção de um campo destinado à “educação e popularização de ciência e tecnologia” no currículo Lattes[13] dos pesquisadores, cujo uso é amplo e disseminado entre os acadêmicos. Além disso, destaca-se que o trabalho de comunicar ciência para o público não especialista apresenta um perfil cada vez mais direto e menos mediado por profissionais da comunicação (Bucchi, 2013), o que pode ser reflexo da dificuldade de se estabelecer um canal de comunicação entre cientistas e jornalistas (Shanahan, 2006). Porém, apesar dessa dificuldade, é preciso atentar para o fato de que tanto cientistas quanto profissionais da comunicação são atores importantes no

13 O currículo Lattes faz parte da “plataforma Lattes”, um sistema de informações criado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que integra e gerencia dados de pesquisadores e instituições de pesquisa do Brasil.

desenvolvimento de ações para divulgar a química, cabendo aos primeiros o papel de coordenar e executar ações e, aos últimos, as funções de divulgá-las e promover a interlocução entre todos os membros envolvidos no trabalho de divulgação (Teruya et al., 2013)[14].

5.3.5 Análise articulada de fatores

Os diferentes aspectos pelos quais se caracterizaram as notícias também foram analisados de forma articulada, a fim de se obter um perfil mais detalhado da divulgação do AIQ. Isso foi feito a partir da análise da frequência de co-ocorrência entre as categorias propostas para cada descritor. Em termos práticos, os descritores "contextualização do AIQ", "importância da química", "área profissional" e "menção a cientista" foram analisados, primeiramente, em função da ação divulgada e, em seguida, em função da fonte divulgadora. Por fim, analisou-se a frequência de co-ocorrência entre as categorias dos descritores "ação divulgada" e "fonte divulgadora".

5.3.5.1 Análise articulada para as ações divulgadas

Os resultados da caracterização das ações, de acordo com os aspectos "contextualização do AIQ", "importância da química", "área profissional" e "menção a cientista", são apresentados na tabela 5. Esses dados podem ser analisados em termos de co-ocorrências absolutas, salientadas em tons de cinza na tabela, mas também de forma relativa, ou seja, comparando-se os resultados de co-ocorrências encontrados para cada tipo de ação com os resultados totais. A partir das porcentagens de ação divulgada, foi possível fazer uma análise ponderada dos resultados, avaliando-se o impacto dos dados obtidos conforme a contribuição de cada tipo de ação nos resultados totais. É importante afirmar que tal caracterização não reflete o propósito original das ações, mas sim aspectos que foram identificados nos registros durante o processo de classificação.

---

14 Versão original do estudo apresentado no capítulo 4 (“A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”) desta tese (página 45).

TABELA 5. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “ação divulgada” e categorias dos descritores “contexto AIQ”', “importância da química”, “área profissional” e “menção a cientista”.

Ação divulgada (n = 1188)	Aspectos analisados							
	Contexto AIQ (%)		Importância da química (%)		Área profissional (%)		Menção a cientista (%)	
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Palestra (27%)	39	61	62	38	11	89	70	30
Exposição (18%)	49	51	82	18	12	88	50	50
Experimentos (11%)	43	57	82	18	13	87	50	50
Material didático (10%)	68	32	95	5	18	82	64	36
Concurso (8%)	46	54	55	45	6	94	40	60
Conteúdo temático (6%)	56	44	92	8	24	76	90	10
pH do planeta (6%)	72	28	62	38	6	94	34	66
SBQ portais (4%)	54	46	90	10	13	87	60	40
Homenagem (3%)	48	52	35	65	6	94	65	35
C. abertura (2%)	95	5	95	5	5	95	68	32
Olimpíadas (2%)	33	67	50	50	39	61	50	50
Visita a indústrias (2%)	100	0	100	0	6	94	83	17
Outros (3%)	42	58	61	39	11	89	22	78
Não especificadas (3%)	85	15	83	17	0	100	13	88
Nenhuma (1%)	31	69	31	69	8	92	23	77
Total	50	50	73	27	12	88	56	44

Abreviação: C. abertura: cerimônia de abertura. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Quando se analisa a "contextualização do AIQ", observa-se que metade das ações apresentou um contexto e a outra metade não. Porém, para algumas ações, o contexto foi identificado em mais de 50% das ocorrências, como em "visita a indústrias", "cerimônia de abertura" e "pH do planeta"; enquanto, em outras, a falta de contexto predominou, como no caso das "olimpíadas" e "palestras". Levando-se em conta que "palestras" foram o tipo de ação mais divulgado (27%), causa maior preocupação o fato de que elas tenham se sobressaído por não contextualizar o AIQ. Em contrapartida, "visita a indústrias" destacou-se positivamente nesse aspecto, mas seu impacto no quadro geral é limitado, haja vista que esse tipo de ação correspondeu a somente 2% do total.

Para o descritor "importância da química", apesar de o resultado geral apontar a superioridade da categoria "sim", algumas ações estiveram ainda mais ligadas à importância da química, como "visita a indústrias", "cerimônia de abertura" e "material didático". Contudo, pela análise ponderada dos dados, depois de "palestras", as três ações que mais contribuíram para divulgar a "importância da química" foram "exposição", "experimentos" e "material didático".

No quesito "área profissional", a ação "olimpíadas" chamou a atenção por ter sido aquela mais associada à ideia de química como "área profissional"; porém, esse resultado é pouco impactante no âmbito geral. Na análise ponderada dos dados, as ações que apresentaram um resultado melhor que "olimpíadas" foram "palestras", "exposição", "material didático", "experimentos" e "conteúdos temático", nessa ordem.

Em relação à "menção a cientista", existiu um equilíbrio entre as ações que estavam vinculadas ao nome de um cientista e aquelas que não estavam. No cômputo geral, pode-se considerar que as ações que se destacaram nesse aspecto foram "palestra", "exposição" e "material didático".

Quando se ponderam os dados, as "palestras" destacam-se positivamente em todos os aspectos. Todavia, o resultado das "palestras" foi influenciado pelo fato de as mesmas terem sido o tipo de ação encontrado com maior frequência nas notícias. Tal ponderação aumenta a relevância de uma divulgação apropriada das palestras, pois seu alcance, como indicado pela porcentagem no total de ações, é maior. Para as demais ações, é possível considerar que "material didático" e "conteúdo temático" foram as ações que melhor divulgaram a química, ao se fazer um balanço entre o alcance da ação e os aspectos analisados.

5.3.5.2 Análise articulada para as fontes divulgadoras

O mesmo tipo de análise de co-ocorrências foi realizada para as fontes de divulgação, que foram associadas aos descritores "contextualização do AIQ", "importância da química", "área profissional" e "menção a cientista", conforme mostrado na tabela 6, que também apresenta as porcentagens de cada tipo de fonte em relação ao total obtido.

TABELA 6. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “fonte de divulgação” e categorias dos descritores “contexto AIQ”, “importância da química”, “área profissional” e “menção a cientista”.

Fonte de divulgação	Aspectos analisados							
	Contexto AIQ (%)		Importância da química (%)		Área profissional (%)		Menção a cientista (%)	
(n = 774)	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Imprensa (34%)	41	59	70	30	13	87	55	45
Academia (31%)	46	54	58	42	8	92	59	41
Educação (9%)	55	45	72	28	13	87	46	54
Governo (7%)	55	45	57	43	16	84	29	71
Indústria (5%)	63	37	73	27	7	93	51	49
E. profiss. (4%)	33	67	64	36	27	73	45	55
Indivíduo (3%)	58	42	65	35	4	96	27	73
Serviços (3%)	54	46	67	33	0	100	54	46
Outros (3%)	80	20	76	24	4	96	40	60
Total	48	52	65	35	11	89	52	48

Abreviação: E. profiss.: Entidade profissional. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Quanto à "contextualização do AIQ", nota-se que a fonte "entidade profissional" foi aquela que menos apresentou um contexto para o evento, seguida de "imprensa" e "academia". Todavia, foram essas duas últimas que mais divulgaram o AIQ sem contextualizá-lo, considerando-se a contribuição porcentual de cada fonte no total de registros analisados.

Em relação à "importância da química", as fontes "indústria", "educação" e "imprensa" são aquelas que mais citam aspectos positivos da química. No caso da indústria, é possível que esse dado represente uma tentativa de se melhorar a imagem pública da indústria química; enquanto a valorização da química pelo setor educacional pode ser uma forma motivar os alunos para o estudo dessa ciência. Mas, tanto a indústria quanto a educação contribuíram pouco para a divulgação do AIQ, se comparadas com a "imprensa" e a "academia", as duas fontes que geraram o maior número de notícias com referência à importância da química.

Para "área profissional", a fonte "entidade profissional" foi aquela que mais se contrapôs à tendência geral encontrada para esse descritor, que foi a de não divulgar a carreira em química. Esse resultado pode refletir uma preocupação, por parte das entidades profissionais, com a formação de recursos humanos para o setor químico. Contudo, essa fonte respondeu por apenas 4% dos conteúdos analisados, de modo que sua participação na divulgação do AIQ foi bem mais discreta em relação à da "imprensa" ou da "academia", por exemplo. A formação de profissionais químicos também interessa ao setor industrial químico. Sabe-se que a contribuição desse setor para a organização do AIQ foi expressiva, inclusive em termos financeiros (Teruya et

al., 2013)[15]. Em termos relativos, porém, as indústrias não publicaram tantas notícias para divulgar o evento e, quando o fizeram, evidenciaram pouco a questão da carreira em química.

Sobre o aspecto "menção a cientista", as fontes "governo" e "indivíduo" destacaram-se negativamente em comparação ao resultado geral, mas sua contribuição para o total de registros analisados foi baixa. As fontes "imprensa" e "academia", as duas mais frequentes, seguiram a tendência geral, o que significa que pouco mais da metade das notícias fez menção a algum cientista.

Na análise das fontes divulgadoras, as fontes "imprensa" e "academia" responderam, juntas, por 65% dos conteúdos publicados, havendo uma grande proximidade entre os valores encontrados para a “imprensa” (34%) e a “academia” (31%). Primeiramente, cabe sublinhar que o destaque da imprensa corrobora a grande importância desse setor na “divulgação da divulgação científica”. Em segundo lugar, com a atuação da imprensa, o público geral pode ter contato com a cultura científica e se familiarizar com a mesma, em maior ou menor grau, ainda que ele não esteja inserido em um ambiente acadêmico ou escolar.

Finalmente, a preponderância da "imprensa" e da "academia" como fontes divulgadoras contrasta com a discreta participação das outras fontes que ajudaram a difundir o AIQ. Percebe-se no material publicado por outras fontes o empenho das mesmas em divulgar a química ou, ao menos, algum aspecto da química. Tais iniciativas são válidas e merecem ser valorizadas. Entretanto, acredita-se que a divulgação da química seria muito mais eficiente se não houvesse tamanha discrepância na participação dos vários atores que colaboraram para promover o AIQ.

5.3.5.3 Análise articulada entre ações divulgadas e fontes divulgadoras

Na análise de co-ocorrências entre os descritores "ação divulgada" e "fonte de divulgação", as duas co-ocorrências mais expressivas, de acordo com a tabela 7, foram as seguintes: "imprensa e palestra" e "academia e palestra". Esses resultados são coerentes com o fato de que palestra foi a ação mais divulgada, enquanto imprensa e academia foram as fontes mais encontradas.

---

15 Versão original do estudo apresentado no capítulo 4 (“A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”) desta tese (página 45).

TABELA 7. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “ação divulgada” e categorias do descritor “fonte de divulgação”.

Ação	Fonte de divulgação								
	Impr.	Acad.	Educ.	Governo	Indús.	E. prof.	Indiv.	Serviços	Outros
Palestra	97	132	28	15	9	25	5	7	4
Exposição	89	50	21	21	2	7	5	6	7
Experimentos	53	39	11	14	2	4	3	0	1
M. didático	26	29	7	16	6	9	5	6	10
Concurso	33	21	9	5	11	4	3	6	5
NE	4	11	3	3	7	0	4	2	6
C. temático	38	15	6	0	6	2	1	2	2
SBQ portais	16	7	4	3	7	3	9	2	1
pH do planeta	26	11	7	17	2	3	1	2	2
Nenhuma	5	2	1	0	2	0	1	0	2
Homenagem	8	15	0	2	1	3	1	1	0
Vis. indústria	7	2	1	0	3	0	0	4	1
Outros	15	9	2	3	0	0	2	4	1
Olimpíadas	11	2	0	3	1	0	0	0	1
C. abertura	7	4	2	0	3	1	2	1	2
Total	435	349	102	102	62	61	42	43	45

Abreviações: M. didático: material didático; NE: não especificada; C. temático: conteúdo temático; Vis. indústria: visita à indústria; C. abertura: cerimônia de abertura; Impr.: imprensa; Acad.: academia; Educ.: educação; Indús.: indústria; E. prof.: entidade profissional; Indiv.: indivíduo. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Outras duas associações que se destacaram foram "indivíduo e SBQ portais" e "governo e experimento pH do planeta", quando se analisam não os números absolutos de co-ocorrências, mas sim resultados relativos a cada categoria. A primeira dessas co-ocorrências pode estar relacionada ao fato de que a categoria "indivíduo" representa especialmente os blogs pessoais, nos quais é comum ocorrer a divulgação de outros sites. É válido mencionar, nesse caso, a tendência atual de se popularizar a ciência por meio de redes sociais e blogs (Bik; Goldstein, 2013; Brumfiel, 2009; Colson, 2011; Luzón, 2013). A relação entre governo e pH do planeta pode ter sido decorrente da inserção desse experimento entre as atividades desenvolvidas na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, que foi bastante divulgada por várias esferas do governo.

Essas co-ocorrências, analisadas em conjunto, sugerem que a forma como a divulgação do AIQ ocorreu também pode ser relacionada ao público de cada fonte de divulgação ou, pelo menos, ao público mais esperado para cada fonte. É razoável supor, por exemplo, que as instituições acadêmicas divulgam informações sobretudo para um público já inserido no ambiente acadêmico, no qual é comum a ocorrência de palestras. Os profissionais da química

são, a priori, o público alvo das entidades profissionais e são essas fontes que mais citam a química como área profissional. Considerações dessa natureza estendem-se para outras fontes e também para tipos de ações. Nessa mesma linha, os dados obtidos neste estudo sinalizam que os diferentes segmentos que compõem a comunidade de química envolvem-se em ações de divulgação destinadas a um público pré-determinado e autorreferente desses grupos, como se dialogassem consigo próprios.

Isso indica que a imagem da química promovida durante o AIQ foi bastante diversa. Em outras palavras, determinados aspectos da química, como área do saber, campo profissional e setor econômico, foram mais salientados em alguns materiais de divulgação do que em outros, como se cada fonte representasse a química sob um prisma diferente. Tal colocação remete à falta de um consenso sobre a epistemologia da química, o que já foi observado em pesquisa com acadêmicos da área de química (Lemes, 2013). No estudo em questão, foi observado que doutorandos com formação em química não compartilham entre si a mesma concepção de química. Isso foi particularmente verificado para aspectos filosóficos da química, investigada como área do saber; porém, é aceitável presumir que a falta de consenso também se estenderia para outros ramos da química, principalmente se fossem pesquisados químicos com diferentes atuações profissionais. Outras cientistas, de diferentes áreas, também apresentam concepções diversas sobre a natureza da ciência (Schwartz; Lederman, 2008). Os olhares divergentes sobre a química, portanto, poderiam explicar os múltiplos focos da divulgação da química no AIQ.

5.4 Considerações do estudo

Este trabalho teve o AIQ como objeto de estudo, que foi investigado sob a perspectiva de sua divulgação. Mais especificamente, esta pesquisa lançou um olhar crítico sobre os materiais de divulgação do AIQ que foram publicados no decorrer de 2011.

A partir dos resultados obtidos, salientou-se a relevância de se contextualizar o projeto de divulgação da química desenvolvido. Inseri-lo em um contexto, em consonância com os objetivos do projeto, pode contribuir para fortalecer o vínculo entre ações e suas finalidades. Os espaços destinados a divulgar as ações em curso constituem, eles também, um meio e uma oportunidade para divulgação da química. Em outras palavras, a importância da química não precisa ser explicitada e propagada somente nas exposições e livros, por exemplo. Isso pode acontecer previamente, já nos materiais que divulgam essas ações, que devem ser devidamente informadas para o público, por meio de uma descrição que desperte o seu interesse para participar da atividade divulgada.

A preocupação com todos esses pontos deve levar em conta, ainda, a dimensão do projeto em desenvolvimento. O AIQ 2011, particularmente, foi um projeto de dimensões nacionais e de longa duração. Em circunstâncias similares, o êxito da iniciativa está vinculado ao engajamento

por parte de todos os atores envolvidos no projeto para que o mesmo não se desvirtue nem esmoreça durante seu curso. A mobilização em torno do trabalho de divulgação deve ser permanente e sempre focalizada nos seus propósitos originais.

Adicionalmente, não é necessário nem oportuno que o trabalho de divulgação da química concentre-se em poucos atores, tais como imprensa e academia. A polarização da divulgação pode limitá-la e enviesá-la. Outros sujeitos podem contribuir mais para o projeto, trazendo a público novos olhares sobre a química, que não é vista de modo único pelos membros de sua comunidade. Conforme discutido neste estudo, a química apresenta-se como um elemento polissêmico no interior dessa comunidade: para alguns, trata-se de uma profissão; para outros, é uma ciência; e assim por diante.

Não se vislumbra, nessa consideração, que se defina um consenso sobre a natureza da química, ainda mais analisada em toda a sua amplitude. Contudo, é possível aproveitar o ensejo do AIQ para estimular reflexões acerca de uma identidade para a química, que contemple toda sua versatilidade como área do saber, setor econômico e carreira profissional.

Salienta-se, ainda, que os propósitos do AIQ não se encerraram com o ano de 2011. Todos os seus objetivos mantêm-se pertinentes e justificados. Isso demanda que a comunidade de química continue a se empenhar em ações de divulgação da química, com dimensões diferentes, novos contextos, mas tendo os mesmos objetivos como referência.

Finalmente, é preciso reconhecer que somente foi possível tecer considerações críticas sobre o AIQ porque houve uma preocupação com a divulgação de suas ações: as atividades foram divulgadas, a divulgação foi registrada e os registros foram analisados. Neste estudo, discorreu-se sobre cada uma dessas três etapas, com foco na análise dos registros. No entanto, ressalta-se que todo esse processo pode ser seguido na execução de qualquer ação de divulgação científica, uma vez realizadas as adaptações necessárias para atender às especificidades de cada situação.

5.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 14, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 14. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Ano Internacional da Química: o impacto de ações amplas de divulgação científica”.

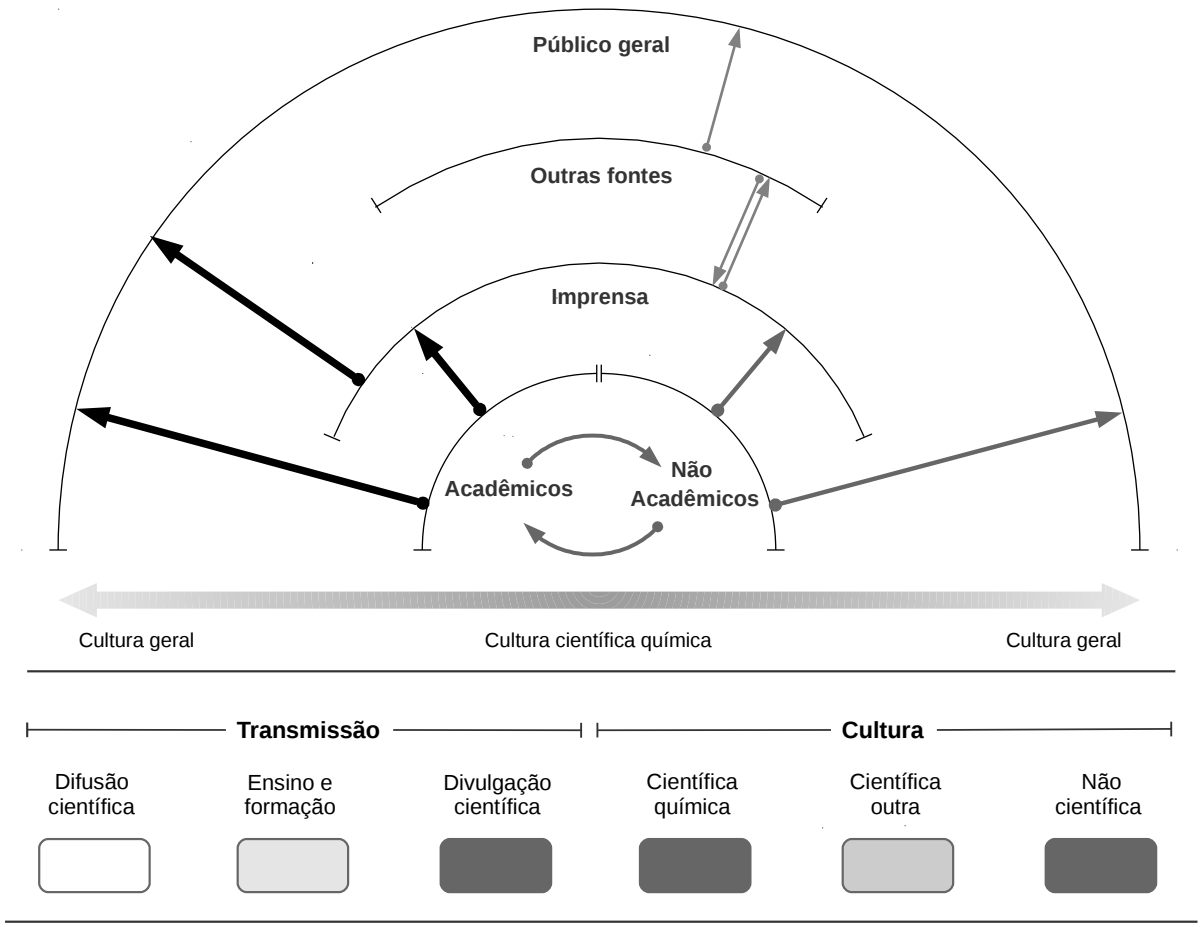


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “AIQ”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “branco”, “cinza claro” e “cinza escuro” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada.

Fonte: Própria autora.

5.5.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química”: i. acadêmicos, abrangendo a Sociedade Brasileira de Química, cientistas químicos e docentes de química que atuam em instituições de ensino superior e instituições de pesquisa; ii. não acadêmicos, incluindo os Conselhos Regionais de Química, as indústrias químicas e os professores de química da educação básica. Fora da comunidade de química, foram identificados: i. a imprensa, que corresponde aos profissionais e às empresas de comunicação; ii. o público geral, que, no contexto deste estudo, compreende todo o público que

possa ser visado pelas ações de divulgação científica; iii. outros, que abrangem quaisquer fontes de divulgação do AIQ não citadas anteriormente.

Na dimensão “transmissão”, tanto a categoria “divulgação científica” quanto “ensino e formação” foram marcadas; porém, conferiu-se à primeira um peso maior.

Na dimensão “cultura”, a “cultura científica química” foi identificada com o mesmo peso que a “cultura não científica”, e ambas se sobressaíram em relação à “cultura científica - outra”, que trata da cultura científica atribuída a outras áreas do saber, que não a química.

5.5.2 Análise relacional

A partir da análise dos registros de divulgação do AIQ, foi possível identificar as ações desenvolvidas no contexto do evento. Pela natureza e descrição dessas ações, verificou-se que todas elas faziam alusão à química, levando-se em conta seu arcabouço teórico, a atividade experimental que lhe é intrínseca e as relações que ela estabelece com outras ciências, o meio ambiente e o desenvolvimento da humanidade. Obviamente, isso já era esperado, uma vez que as ações ocorreram por 2011 ter sido o Ano Internacional da Química.

Ao relacionar a química com outras ciências, aspectos da cultura científica de outras áreas que não a química também acabaram sendo discutidos, mas com menor ênfase se comparados aos aspectos da vida cotidiana, tomados aqui como “cultura não científica”. Com efeito, várias das ações desenvolvidas preocupavam-se em relacionar a química com o nosso cotidiano, discorrendo sobre assuntos como energia, saúde, alimentação, comportamento, entre outros, sob a perspectiva dos conhecimentos e práticas experimentais da química.

As atividades realizadas em razão do AIQ foram predominantemente de divulgação científica, no que diz respeito à sua finalidade. Afinal, era objetivo do evento celebrar e promover as contribuições da química para o desenvolvimento da humanidade. Atividades variadas cumpriram esse objetivo, como exposições, apresentações com experimentos, publicações temáticas, entre outras, que alcançaram um público diverso em faixa etária, profissão e nível educacional.

Adicionalmente, algumas ações tiveram um viés mais educacional, no contexto do sistema de educação formal, aproximando-se mais do ambiente escolar e do tipo de público inserido em instituições de ensino. Como exemplos, podem ser citados: os materiais didáticos/paradidáticos desenvolvidos e distribuídos em várias escolas; o experimento pH do planeta, que contou com a participação de inúmeros estudantes de todo o país; e algumas palestras que ocorreram em instituições de educação, tanto superior quanto básica.

Inúmeros grupos da sociedade tiveram parte na realização do AIQ. Como não poderia deixar de ser, membros da comunidade de química participaram ativamente do evento, com representantes dos vários setores de inserção da química, como ciência, educação e atividade econômica e profissional. Entretanto, os resultados deste estudo mostraram que integrantes da

academia engajaram-se com maior afinco na divulgação do AIQ do que outros grupos, como entidades profissionais, representantes das indústrias e instituições de educação básica, embora a atuação desses grupos tenha sido muito relevante para o êxito do empreendimento. É interessante salientar ainda as colaborações estabelecidas entre os membros da comunidade de química na organização e divulgação do evento.

Para além da comunidade de química, observaram-se uma participação substancial da imprensa, cumprindo seu papel de informar a população sobre questões de seu interesse, e um envolvimento menor de outros setores, como fontes de divulgação do AIQ. Como público alvo das iniciativas do projeto, apresenta-se o público geral, sem distinção de idade, profissão ou nível educacional.

No diagrama, observa-se que todos os grupos sociais, pertencentes ou não à comunidade de química, relacionam-se com o chamado “público alvo” das ações do AIQ, mesmo que em diferentes graus de interação. Ainda no tocante às interações, corrobora-se a função da imprensa de mediar as relações de diferentes grupos sociais com o público alvo, uma vez que todos esses grupos acabam recorrendo aos profissionais da comunicação, em maior ou menor escala, para potencializar o alcance de suas atividades.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. No âmbito do AIQ, as relações entre os diferentes grupos da sociedade e os aspectos culturais da química ocorreram por meio de atividades diversas, com foco na divulgação científica;

ii. Em consonância com o propósito do AIQ, todos as ações desenvolvidas ressaltaram aspectos da ciência química e buscaram inseri-la dentro de um contexto cultural amplo, aproximando-a do grande público;

iii. No plano social, verificou-se o envolvimento de inúmeros grupos sociais na divulgação do projeto, com destaque para a participação da comunidade de química e, em especial, de membros da academia.

iv. A identificação de grupos sociais distintos no interior da comunidade de química, vinculada a visões diferentes da química, lança luz à falta de homogeneidade dessa comunidade, que teve no AIQ uma oportunidade temporária de se manter mais integrada e coesa.

6 Química Verde: geração e transposição de conhecimento

Este capítulo aborda a pesquisa, o ensino e a divulgação da Química Verde. Bancos de dados bibliográficos, a plataforma Lattes e vários jornais constituíram as fontes de dados deste trabalho, que cobriu o período de 1990 a 2013 e contemplou tanto o cenário nacional quanto o internacional. Na leitura deste estudo, interessa saber que a Química Verde é um tópico de pesquisa relativamente recente, cuja origem está associada a um histórico de pouco prestígio para a química. Ademais, o histórico do assunto torna o seu estudo ainda mais interessante quando realizado sob diferentes perspectivas, como foi feito nesta pesquisa, que traz considerações sobre a geração de conhecimentos em Química Verde e a sua transposição, envolvendo diversos segmentos da sociedade.

6.1 Introdução

As origens da Química Verde (QV) remontam ao século XX, quando casos graves de contaminação ambiental alarmaram a sociedade, pelos danos que causaram ao meio ambiente e ao bem-estar das pessoas. A consciência pública do problema motivou o estabelecimento de políticas públicas voltadas para a prevenção da poluição ambiental, culminando, nos Estados Unidos, com a aprovação da Lei de Prevenção da Poluição, de 1990 (Anastas; Warner, 2000). Foi nesse contexto que se propôs a QV, assim definida por Anastas e Warner (2000, p. 11): “a utilização de um conjunto de princípios que reduz ou elimina o uso ou geração de substâncias perigosas no planejamento, na produção e na aplicação de produtos químicos”.

Originalmente, os autores formularam 12 princípios, conforme mencionados a seguir: i. prevenção de resíduos; ii. economia atômica; iii. síntese menos tóxica; iv. desenvolvimento de compostos seguros; v. diminuição do uso de solventes e auxiliares; vi. eficiência energética; vii. uso de fontes renováveis; viii. redução do uso de derivados; ix. catálise; x. desenvolvimento de compostos degradáveis; xi. análise de processos químicos em tempo real; xii. prevenção de acidentes (Anastas; Warner, 2000)[16]. De forma mais simples, a frase “prevenir é melhor do que remediar” pode ser considerada o princípio norteador da QV (Sjöström, 2006), pois todos os princípios citados podem ser analisados sob essa perspectiva.

A partir da obra seminal de Anastas e Warner, as pesquisas em QV ganharam destaque, levando importantes sociedades científicas de química a ampliarem o espaço dedicado ao assunto, com a criação do periódico Green Chemistry em 1999 pela Royal Society of Chemistry, do Reino Unido (Clark et al., 2014), e a parceria estabelecida em 2001 entre o Green Chemistry

16 Outros princípios de Química Verde foram propostos desde então. Winterton (2001), por exemplo, propôs outros 12 princípios que particularizam aqueles formulados por Anastas e Warner (2000). Contudo, os princípios originais são os mais difundidos entre químicos e cientistas em geral.

Institute e a American Chemical Society, dos Estados Unidos (ACS, 2018a). A despeito da atuação pioneira desses dois países na produção e disseminação de conhecimento em QV, diferentes nações vêm contribuindo para ampliar as pesquisas na área, incluindo países em desenvolvimento (Farias; Fávaro, 2011).

É importante salientar que a QV não se configura como uma subdisciplina dentro da química, ao contrário do que podem sugerir as publicações, os institutos de pesquisa e os eventos especializados no assunto. Ela deve ser entendida, de fato, como uma nova forma de olhar para os processos e produtos químicos, em sua totalidade, com a finalidade de reduzir possíveis danos ao meio ambiente (Anastas; Warner, 2000). Prova disso é que pesquisas envolvendo os princípios da QV podem ser encontradas em revistas de diversos campos da química e da ciência em geral. É possível encontrar em alguns periódicos, inclusive, edições especiais com foco na QV, como é o caso da edição número 11 da revista The Journal of Physical Chemistry, publicada em 2010, da edição número 1 da revista Coloration Technology, publicada em 2012, ou da edição número 5 da revista Journal of Applied Polymer Science, publicada em 2014, para citar alguns exemplos.

A pujança da QV, porém, não se restringe ao campo científico. No setor econômico, as indústrias têm reconhecido o seu valor, conforme relatou Watson (2012), que pesquisou como 24 indústrias de química fina têm se apropriado dos princípios da QV em seus processos industriais. De acordo com o autor, apesar de o quadro ainda ser muito variado, todas as companhias pesquisadas têm feito progressos em QV. As indústrias de química pesada também têm adotado processos industriais mais alinhados com os princípios da QV, segundo Moiseev (2011). Além disso, o pesquisador ressalta que algumas das mudanças implementadas ocorreram, não por razões ambientais, mas sobretudo por fatores econômicos. A questão financeira, contudo, pode eventualmente ser considerada um entrave para o avanço da QV nas indústrias, assim como as limitações técnicas ainda existentes (falta de alternativas “verdes” e eficientes para alguns produtos e processos) e a formação profissional inadequada dos químicos (Sanderson, 2011).

Com a inserção crescente da QV nos setores científico e econômico, torna-se importante que o conhecimento produzido e difundido nessa área extrapole os limites da comunidade científica, uma vez que a produção e a difusão desse conhecimento constituem somente a primeira dimensão da espiral da cultura científica, que pode ser compreendida como uma forma de visualizar a dinâmica dessa cultura, segundo Vogt (2003, 2012). De acordo com tal modelo, a evolução da espiral prosseguiria contemplando outras três dimensões: o ensino de ciência, o ensino para a ciência e a divulgação científica. Enfatiza-se que cada uma dessas quatro dimensões apresenta suas particularidades, no que se refere aos atores envolvidos, discursos adotados, públicos visados e finalidades previstas.

No ensino de química e dentro do escopo da QV, observa-se que a valorização do tema tem estimulado adaptações metodológicas e a proposição de novas atividades de ensino nos

cursos de graduação, com o intuito de incorporar os princípios da QV à formação dos alunos (Saqueto, 2015). Andraos e Dicks (2012) também mencionam propostas pedagógicas na área, ponderam que muitos livros-texto ainda estão defasados quanto à abordagem da QV e apontam que as reformas curriculares em curso transitam entre disciplinas eletivas e cursos totalmente voltados para a área. Outra iniciativa para promover a educação em QV que merece destaque é a oferta de cursos de curta duração, como a Escola de Verão em Química Verde, promovida pela American Chemical Society (ACS, 2018b)[17].

Para além da comunidade acadêmica e dos espaços formais de educação, é possível promover a QV por meio da divulgação da ciência, que compreende, dentre outras ações, o trabalho desenvolvido em museus de ciência e pelo jornalismo científico (Massarani; Moreira, 2004). Tais práticas podem ser reconhecidas dentro das dimensões ensino para ciência e divulgação científica, que finalizam a espiral da cultura científica. Essas dimensões têm em comum a característica de tratar do acesso ao conhecimento científico por um público mais diverso, que não pertence à comunidade científica nem está inserido, necessariamente, em um ambiente de educação formal.

Depois de quase 30 anos da aprovação da Lei de Prevenção da Poluição, é possível afirmar que a comunidade científica tem se dedicado cada vez mais às pesquisas na área de QV desde a sua proposição. A popularidade do assunto, entretanto, não se restringe ao meio acadêmico, assumindo que a palavra “química verde” é considerada, atualmente, uma palavra da moda (buzzword), ao lado de outras como “desenvolvimento sustentável”, “medicina personalizada” e “nanotecnologia”, conforme apontado por Vincent (2014). Para o autor, essas palavras são utilizadas de forma livre e generalizada tanto na esfera acadêmica quanto nos setores político, econômico e social.

Nessas circunstâncias, é plausível esperar que os meios de comunicação também divulguem a QV e seus princípios, associados a notícias variadas. Uma vez na mídia, o assunto torna-se de domínio público e, embora cada um que acesse o conteúdo possa percebê-lo e interpretá-lo à sua maneira, a informação reportada é única. A partir da análise das notícias, pode-se, então, delinear a imagem pública do tópico pesquisado. Em pesquisa realizada com jornais brasileiros, foi citado que a química apresenta uma imagem complexa, dependente do tipo de conteúdo reportado e de outros fatores intrínsecos e extrínsecos à notícia (Teruya et al., 2013)[18]. No caso da QV, em que a palavra “química” encontra-se associada ao termo “verde”, tradicionalmente vinculado a questões ambientais e presente em outras expressões, como

---

17 Em âmbito nacional, destaca-se a Escola Brasileira de Química Verde (EBQV), sediada na Universidade Federal do Rio de Janeiro. A EBQV foi fundada em 2010 com o propósito de promover o avanço da QV por meio de pesquisas na área, em especial daquelas voltadas ao desenvolvimento da indústria química brasileira. Também se considera papel da EBQV a divulgação da QV junto ao público geral (Seidl, 2016).

18 Estudo apresentado no capítulo 4 (“Imagem pública da química”) desta tese. As considerações a respeito são tratadas na seção “Resultados e discussão” do mesmo capítulo (página 62).

“economia verde” e “movimento verde”, por exemplo, é particularmente interessante saber como a QV vem sendo divulgada na mídia.

Considerando a abrangência e a relevância da QV, este trabalho buscou analisar a produção científica da QV e a transposição do conhecimento produzido na área, seja no contexto de educação formal, seja no âmbito das práticas de divulgação da ciência. Investigando mais profundamente a questão da divulgação, este estudo teve como objetivo analisar a participação de cientistas em ações dessa natureza, além de caracterizar a imagem pública da QV nos jornais. Pesquisou-se como o termo “química verde” e os seus princípios são apresentados ao público por meio das notícias, qual o destaque conferido à QV nos jornais e quais as associações mais comuns relacionadas a esse tópico. Além dos jornais brasileiros, também foram pesquisados jornais dos Estados Unidos e do Reino Unido, dada a notoriedade desses dois países na pesquisa e divulgação da QV.

6.2 Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido em duas fases. Em um primeiro estágio, pesquisaram-se a produção e a transposição do conhecimento científico em QV com base em dados obtidos em bancos bibliográficos e na plataforma Lattes[19]. Posteriormente, caracterizou-se a imagem pública da QV em conteúdos publicados em jornais nacionais e estrangeiros.

A seguir, a metodologia específica de cada fase do estudo é descrita com mais detalhes.

6.2.1 Produção e transposição do conhecimento em Química Verde

Realizou-se um levantamento de dados em três diferentes plataformas de pesquisas: i. ISI (International Scientific Information) Web of Science, na qual estão indexados periódicos científicos de vários países do mundo; ii. Scielo (Scientific Electronic Library Online), que compreende, principalmente, periódicos científicos brasileiros e de países latino-americanos; iii. ERIC (Education Resources Information Center), principal base de dados de periódicos de pesquisa educacional do mundo.

Em cada plataforma, fez-se a pesquisa por artigos em QV. Empregaram-se o termo “green chemistry” como palavra-chave e a data de publicação do trabalho como filtro na busca. Os dados levantados foram agrupados em intervalos de tempo, a fim se obter a evolução temporal da produção científica em QV.

Na plataforma ERIC, adicionalmente, pesquisaram-se os tipos de artigos de pesquisa educacional em QV. Foram propostas as seguintes categorias: i. currículo; ii. metodologia de ensino; iii. avaliação; iv. material instrucional. A classificação baseou-se nos descritores de cada

19 A “plataforma Lattes” é um sistema de informações criado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que integra e gerencia dados de pesquisadores e instituições de pesquisa do Brasil.

artigo, apresentados pelo próprio ERIC, de modo que cada categoria contemplou uma série de outros descritores relacionados à mesma.

Além disso, fez-se um levantamento no diretório de grupos de pesquisa da plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2014). Nessa base de dados, é possível acessar dados dos grupos de pesquisa existentes, dentre outras informações. Utilizou-se o termo “química verde” no sistema de busca do diretório, que efetuou a busca considerando a ocorrência do termo nos campos “nome do grupo”, “nome da linha de pesquisa” e/ou “palavras-chave da linha de pesquisa”. Em seguida, pesquisou-se o currículo Lattes do líder de cada grupo de pesquisa identificado, investigando-se a presença de atividades alocadas no campo “Educação e Popularização de Ciência e Tecnologia” do currículo. Identificado algum trabalho nessa seção, pesquisou-se a inserção do mesmo na mídia, o que pode ser exemplificado por ações como participação em programa de televisão, entrevista para rádio, matéria publicada em jornal, entre outras. Tais atividades não deveriam ter, necessariamente, foco em QV para serem contabilizadas no levantamento.

6.2.2 Imagem pública da Química Verde

Estudou-se a imagem pública da QV a partir da análise de notícias publicadas nas versões digitais de jornais nacionais e estrangeiros. Os doze jornais brasileiros selecionados e as respectivas unidades federativas de origem foram: Correio (Bahia); Correio Brasiliense (Distrito Federal); Dez Minutos (Amazonas); Diário do Nordeste (Ceará); Diário de Pernambuco (Pernambuco); Extra (Rio de Janeiro); Folha de S. Paulo (São Paulo); Gazeta do Povo (Paraná); O Estado de S. Paulo (São Paulo); O Globo (Rio de Janeiro); Super Notícia – O tempo (Minas Gerais); Zero Hora (Rio Grande do Sul). Tais jornais estão entre os maiores do Brasil (ANJ, 2018). Os dois jornais estrangeiros pesquisados foram The Guardian e The New York Times, que representam duas grandes publicações da imprensa do Reino Unido e dos Estados Unidos, respectivamente.

A pesquisa foi realizada utilizando-se o sistema de busca dos jornais e os termos “química verde” (publicação nacional) e “green chemistry” (publicação estrangeira) como palavras-chave. Textos com dupla publicação no mesmo jornal foram contabilizados apenas uma vez; mas, no caso de jornais diferentes, não houve a exclusão de conteúdos repetidos. Somente o termo exato de busca foi considerado na pesquisa, ou seja, textos contendo as palavras “química” (“chemistry”) e “verde” (“green”) separadas foram descartados. Não se limitou a busca pela data de publicação dos conteúdos.

Identificadas as notícias, as mesmas foram analisadas de acordo com os descritores: i. origem do jornal (nacional / internacional); ii. ano de publicação; iii. grau de destaque da química na notícia; iv. destaque da QV; v. definição de QV; vi. foco da definição; vii. princípios da QV referidos; viii. contexto da notícia; ix. conteúdo reportado; x. setor de inserção da química. Os

descritores iii, viii, ix e x foram discutidos em estudo anterior (Teruya et al., 2013)[20]. Verificou-se também se a QV destacava-se na notícia ou se ela era apenas citada, exibindo um baixo grau de relevância no texto (descritor iv). Observou-se, ainda, se a QV era minimamente definida ou caracterizada no texto, de forma literal, sem considerar a interpretação do texto na íntegra (descritor v). As definições encontradas foram agrupadas em categorias (descritor vi). A partir da leitura da notícia, foram assinalados os princípios da QV aos quais a matéria fazia alusão, ou seja, que podiam ser depreendidos pela interpretação do texto, uma vez conhecidos os princípios (descritor vii). Os descritores vi a x admitiam a marcação de mais de uma categoria por descritor durante a classificação. Nos casos em que o grau de destaque da química na notícia (descritor iii) era nulo, apenas os descritores i e ii foram empregados; nos casos em que esse grau era baixo, todos os descritores foram analisados, com exceção do x.

Os dados obtidos foram compilados em planilha eletrônica e tratados estatisticamente. Foi calculada a frequência de ocorrência das categorias para cada descritor, além da frequência de co-ocorrência entre as categorias dos descritores “setor de inserção da química” e “princípios da QV”, a fim de se investigar possíveis associações entre elas. Os resultados são apresentados de acordo com a origem do jornal, com a formação de dois grandes grupos: jornais brasileiros e jornais estrangeiros.

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 A Química Verde na comunidade acadêmica

De acordo com o levantamento de artigos feito nas bases de dados ISI Web of Science, Scielo e ERIC, o conhecimento produzido em QV tem crescido substancialmente desde a década de 1990, quando foi cunhado o termo “química verde” (Anastas; Warner, 2000). A tabela 8 apresenta o número absoluto de artigos encontrados nessas bases de dados a partir da busca pelo termo “green chemistry”, bem como a variação porcentual da produção no intervalo de 2002 a 2013.

20 Descritores apresentados no estudo de caso “Imagem pública da química”, na seção “Descritores de análise” (página 48).

TABELA 8. Produção de artigos científicos identificados em diferentes bases de dados no intervalo de 1990 a 2013.

Base de dados	1990-1995	1996-2001	2002-2007	2008-2013	Variação (%) 2002-2013
ISI Web of Science	6	158	1032	5298	413
Scielo	0	0	10	33	230
ERIC	1	1	22	51	132
Total	7	159	1064	5382	775

Segundo os dados apresentados, observa-se que o número de artigos localizados no ISI Web of Science foi bastante superior em comparação ao Scielo, no qual os trabalhos em QV começaram a aparecer mais tarde, no intervalo de 2002 a 2007. Em termos relativos, verifica-se que a variação porcentual da produção de 2002 em diante foi menor, mas ainda representa um aumento considerável, o que mostra que o interesse pela pesquisa em QV aumentou em nível global. O levantamento realizado no ERIC, por sua vez, revelou baixo número de artigos na área educacional que versam sobre a QV, tal qual apontado no Scielo; porém, o crescimento no número desses trabalhos, no período de 2002 a 2013, foi ainda menor.

Esses resultados indicam que a transposição do conhecimento científico para as instituições de ensino, na forma de pesquisas educacionais, não ocorreu de modo imediato, havendo um intervalo de tempo para que esse processo tivesse início. Além disso, o discreto aumento nas publicações de pesquisas educacionais com foco em QV parece sugerir que as instituições de ensino têm se apropriado mais lentamente dessa nova forma de olhar para a química. Esse descompasso pode implicar uma lacuna na formação de profissionais da química e áreas afins. Nas indústrias, por exemplo, esses profissionais continuarão a fazer uso de processos químicos que não atendem aos princípios da QV, a menos que regulações específicas determinem a adoção de procedimentos nesse sentido. Mais importante, os profissionais não estarão devidamente preparados para promover modificações em seu trabalho, contemplando as orientações da QV e os interesses econômicos das indústrias.

Na análise específica dos artigos encontrados no ERIC, 35% das pesquisas educacionais em QV enquadraram-se nas categorias “avaliação”, “material instrucional”, “metodologia de ensino” e/ou “currículo”, que foram propostas neste trabalho. Desse total, a maior parte das pesquisas concentrou-se em aspectos metodológicos (61%) e curriculares (28%). Trabalhos que tratavam de avaliação representaram 7% do total, enquanto aqueles com foco no desenvolvimento e uso de material instrucional corresponderam a 4%. Como materiais dessa natureza podem ter públicos diversos, e não somente aqueles inseridos no ambiente escolar, é plausível considerar que o baixo número de artigos educacionais voltados para a produção de materiais instrucionais em QV pode ser um indicativo de que ainda se investe pouco em ações educativas que popularizem os princípios da QV.

Os dados obtidos nas plataformas ISI Web of Science e Scielo apontam, em suma, que a comunidade acadêmica tem se mostrado muito ativa na produção e difusão do conhecimento em QV. Contudo, como os dados do ERIC revelaram, a transposição desse conhecimento para o sistema educacional ainda é desproporcional ao volume total de publicações científicas, sugerindo uma defasagem no ensino de QV e, consequentemente, na formação de profissionais. Outra forma de transposição do conhecimento produzido é a sua divulgação, por meio de práticas que têm como alvo o público externo à academia.

Em âmbito nacional, isso foi analisado com base nos grupos de pesquisa com atuação em QV cadastrados no sistema Lattes. A busca nessa plataforma acusou 50 grupos com áreas de pesquisas variadas, incluindo química, engenharia química, educação, ciência e tecnologia de alimentos, agronomia, farmácia e genética. Ao se analisar o currículo Lattes dos líderes desses grupos, verificou-se que quase metade (48%) deles fazia referência a alguma atividade do gênero. Contudo, apenas 12% (6) dos currículos mencionavam uma atividade de “educação e popularização de ciência e tecnologia” com inserção na mídia.

Esse dado corrobora os resultados apresentados por outros estudos, que contemplam o cenário internacional e, da mesma forma, reportam a baixa participação de cientistas em ações de popularização da ciência e tecnologia. Bentley e Kyvik (2011), por exemplo, fizeram uma pesquisa com mais de 8000 cientistas de 13 países e descobriram que mais de 90% deles haviam publicado ao menos um artigo científico entre 2005 e 2007; porém, menos de um terço deles possuía uma publicação popular, em revistas e jornais. Além disso, metade dos artigos populares era de autoria de, aproximadamente, 3% dos cientistas pesquisados. Em outro estudo, Suleski e Ibaraki (2010), por sua vez, mostraram a baixa repercussão que os artigos científicos apresentam junto à sociedade. Os autores relataram que menos de 0,05% dos artigos de ciência e ciências sociais, publicados em 2001 e identificados pelo ISI Web of Science, foi mencionado na mídia, considerando o programa NBC News e a revista Times, resultado que levou os autores do estudo a advertirem que os cientistas estão se comunicando, mas quase sempre uns com os outros, não com a sociedade. Nesse contexto, é plausível admitir que a divulgação do conhecimento em QV, assim como da ciência em geral, também é pouco expressiva em outros países, além do Brasil.

Cumpre enfatizar que muitas das atividades citadas na alínea “educação e popularização de ciência e tecnologia” do currículo Lattes são realizadas em ambiente acadêmico e voltadas, principalmente, para o seu público alvo. Essas ações contrastam com aquelas que, por apresentarem inserção na mídia (entrevistas a rádio, matérias para jornal, entre outras), possuem maior potencial de popularizar a ciência e tecnologia. Diante dos dados obtidos, constata-se que foi discreta a participação de pesquisadores da QV em atividades destinadas à divulgação da ciência durante o período analisado. Novamente, ressalta-se que a busca por essas atividades nos currículos não discriminou se elas eram ou não específicas de QV. Mas é razoável supor que a ocorrência de ações de divulgação da QV seja mais provável entre

pesquisadores já envolvidos em ações do gênero com inserção na mídia, ainda que estas tenham outro foco.

Ao se analisar tais resultados com base na espiral da cultura científica (Vogt, 2003, 2012), nota-se que a primeira dimensão da espiral, que aborda a produção e difusão do conhecimento científico, destaca-se muito mais que as demais dimensões (ensino de ciência, ensino para ciência e divulgação científica)[21]. Essa constatação parece ser válida tanto para o contexto brasileiro quanto o estrangeiro quando se interpretam os dados desta pesquisa tendo outros estudos como referência.

No campo da divulgação científica, em particular, os resultados mostraram que, no período investigado, os cientistas dedicaram-se pouco a iniciativas dessa natureza. Entretanto, quando se trata de divulgação, outros profissionais também podem estar envolvidos, especialmente os profissionais da comunicação. Dessa forma, a temática QV pode encontrar espaço na mídia independentemente da participação direta dos cientistas. É essa ponderação que justifica a análise dos conteúdos de jornais, com vistas a caracterizar a imagem pública da QV nesse meio de comunicação.

6.3.2 A imagem pública da Química Verde

Na esfera nacional, foram identificados 76 resultados na busca por notícias de jornais que citavam o termo “química verde”. No jornal "O Estado de S. Paulo", foi encontrada a maior parte delas, 19, correspondente a 25% do total. Os demais jornais apresentaram os seguintes valores, em números absolutos: Diário do Nordeste, 12; O Globo, 10; Extra, 9; Folha de S. Paulo, 8; Gazeta do Povo, 4; Diário de Pernambuco, 3; Correio, 3; Correio Brasiliense, 3; Super Notícia – O tempo, 2; Zero Hora, 2; Dez Minutos, 1. Nos jornais estrangeiros, foram encontradas 40 notícias contendo o termo “green chemistry”, sendo 16 publicações do jornal The Guardian e 24 do The New York Times.

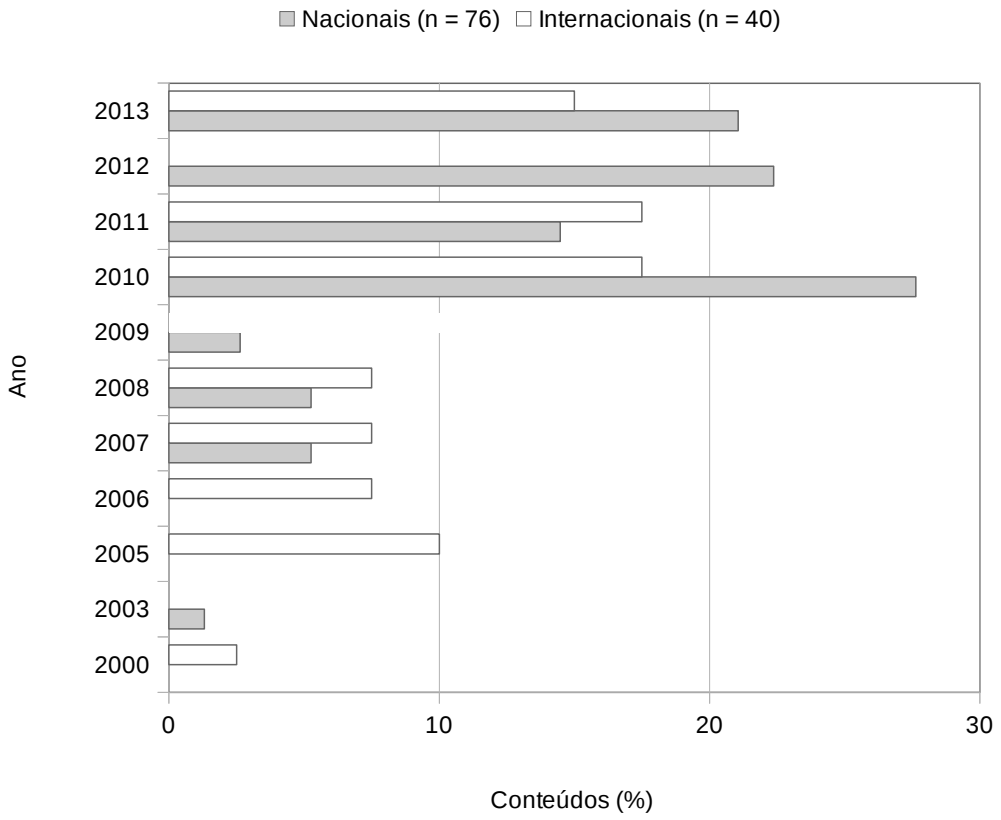
Dentre as notícias identificadas nos jornais brasileiros, muitas eram repetidas, ou seja, podiam ser encontradas em dois ou mais jornais, até mesmo com textos idênticos. Não obstante, matérias iguais em jornais diferentes foram contabilizadas mais de uma vez por se considerar que os leitores de cada jornal seriam distintos, especialmente quando de regiões diferentes do país. Apesar de não ter sido pesquisada pontualmente, é interessante assinalar o caráter regional de algumas notícias, com referência a indústrias químicas e pesquisadores de QV de determinada localidade, por exemplo. Alguns conteúdos, mesmo sendo regionais, a priori, podem estar presentes em vários jornais do país, como as notícias relativas a grandes indústrias.

---

21 Ao fim deste capítulo, na apreciação do estudo de caso segundo o referencial proposto, as dimensões “ensino para ciência” e “divulgação científica” serão tratadas como uma única dimensão, designada “divulgação científica”, conforme mencionado na seção “Dimensões e categorias do referencial analítico” desta tese (página 40).

Ao se analisar a evolução temporal dessas publicações, observou-se que as primeiras notícias com menção à QV datavam de 2003 e 2000, para os jornais brasileiros e estrangeiros, respectivamente. Desde então, houve um crescimento expressivo no número de notícias com referência à QV, como mostra a figura 15. Contudo, o aumento no número de publicações foi mais evidente no contexto nacional, ao passo que, em território internacional, a distribuição porcentual das notícias sobre QV mostrou-se um pouco mais equilibrada ao longo do tempo.

FIGURA 15. Ano de publicação das notícias sobre Química Verde.



Distribuição porcentual dos conteúdos quanto ao “ano de publicação”. Os conteúdos analisados citavam a palavra-chave “química verde” ou “green chemistry” e foram publicados em jornais nacionais e internacionais.
Fonte: Própria autora.

Como observado nas bases de dados Scielo e ERIC, menções à QV nos jornais também começaram a surgir mais tardiamente, em comparação à época das primeiras pesquisas na área, seja no Brasil, no Reino Unido ou nos Estados Unidos. Constata-se, portanto, que se leva algum tempo entre o início do desenvolvimento de uma nova área do saber e a comunicação para o público dos conhecimentos que são gerados a partir dela. No caso da QV, em particular, esse período foi superior a dez anos. Nesse intervalo de tempo, a pesquisa em QV, muito provavelmente, gerou resultados interessantes que não foram divulgados para população ou, ainda, fomentou discussões relevantes, em diferentes aspectos, que não foram compartilhadas

com o público. Além disso, o período aproximado de dez anos é tempo suficiente para que inúmeros estudantes ingressem em cursos de ciência estimulados pela divulgação da QV nos jornais, considerando-se que a divulgação científica em jornais é um dos fatores que influenciam a escolha da carreira científica pelos jovens (Cavas et al., 2011).

As notícias que citavam QV foram analisadas, ainda, quanto ao grau de destaque da "química" no texto[22]. Para jornais nacionais, a química apresentou destaque nulo em 29% dos conteúdos identificados. As notícias com grau baixo de relevância corresponderam a 37% do total, ao passo que as de grau alto responderam pelos 34% restantes. No contexto internacional, o destaque da química nas notícias foi maior: 55% delas apresentaram alto grau de destaque, contra 25% e 20% de destaques baixo e nulo, respectivamente.

Quanto ao destaque da QV, em particular, verificou-se que a mesma apresentou algum destaque em 29% e 47% do total de notícias, para jornais nacionais e internacionais, nessa ordem. Esse dado é importante porque, embora a química fosse destaque em muitas notícias, a QV podia, eventualmente, ser citada muito superficialmente no texto, representando um detalhe de relevância muito menor frente a outros aspectos da notícia. Considera-se que esse destaque para a QV é bastante discreto, principalmente para as publicações nacionais, haja vista que esse termo, ao contrário da palavra "química" isolada, não configura uma palavra de uso comum, utilizada como expressão popular, em contextos muitas vezes negativos (Ferreira, 2007).

Em relação à valoração positiva ou negativa da química, uma pesquisa envolvendo jornais brasileiros mostrou que a imagem da química podia ser considerada negativa em pouco mais de 20% das notícias analisadas (Teruya et al., 2013)[23]. Outros autores argumentam que a percepção pública da química também é negativa (Hartings; Fahy, 2011; Knight, 2007; Moreau, 2005). Todavia, neste trabalho, observou-se que a imagem da QV tendia a ser positiva em quase todas as notícias, embora esse aspecto não tenha sido pontualmente contemplado na análise de conteúdo realizada. Dada a popularidade negativa da química, sugere-se, então, que o grau de destaque da QV encontrado neste estudo é bastante discreto, pois a imagem da QV, sendo positiva, poderia contribuir para melhorar a imagem da química, muitas vezes vista com reservas ou desconfiança.

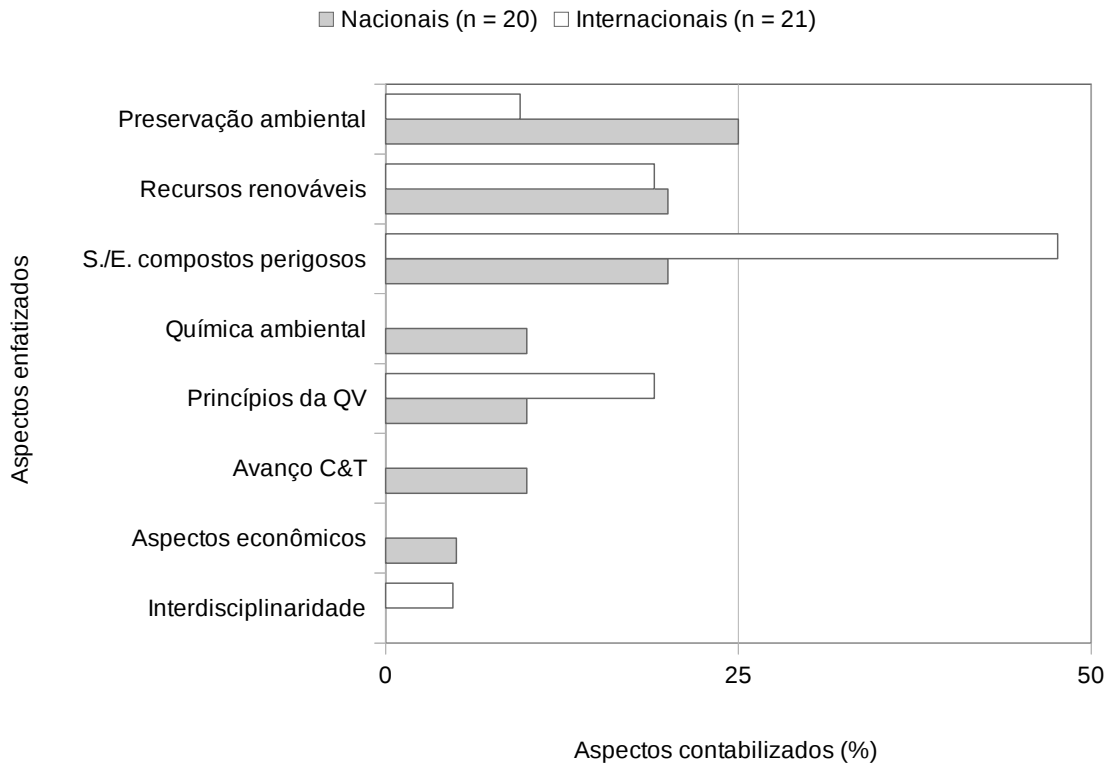
A falta de destaque da QV nas notícias também é corroborada pela análise das notícias quanto à definição e/ou caracterização do termo QV. Para os jornais nacionais, somente 17 notícias definiram e/ou caracterizaram minimamente a QV (31% do total de conteúdos com destaque baixo ou alto para a química). Esse número foi 18 para jornais estrangeiros (56% do total de conteúdos com destaque baixo ou alto para a química). Isso significa que, em parte considerável das notícias, o leitor que desconhece o significado do termo permanece sem sabê-lo mesmo após a leitura da notícia. Porém, mesmo quando o texto menciona alguma definição

22 Neste estudo, o descritor "grau de destaque da química" contemplou apenas três categorias, "nulo", "baixo" e "alto", e não quatro, como no estudo de caso "Imagem pública da química" (página 48).

23 No estudo de caso "Imagem pública da química", verifica-se que, dos conteúdos com alto grau de relevância da química, cerca de 20% apresentam uma imagem negativa de química (página 65).

para a QV, a concepção apresentada pode ser equivocada ou simplista, tanto nas notícias publicadas em jornais brasileiros quanto nos estrangeiros, como mostra a figura 16, na qual são indicadas categorias de definições/caracterizações encontradas para a QV.

FIGURA 16. Caracterização da Química Verde nas notícias de jornais.



Distribuição porcentual dos “aspectos enfatizados” ao se definir e/ou caracterizar a Química Verde nas notícias. Até dois aspectos poderiam ser assinalados por conteúdo. Abreviações: S./E. compostos perigosos: Substituição ou eliminação de compostos perigosos; Princípios da QV: Princípios da Química Verde; Avanço C&T: Avanço científico ou tecnológico. Os conteúdos analisados citavam a palavra-chave “química verde” ou “green chemistry” e foram publicados em jornais nacionais e internacionais.

Fonte: Própria autora.

No cenário nacional, as notícias que definiam minimamente a QV relacionavam a mesma, na maior parte dos casos, com a concepção de “preservação ambiental”, que compreende ideias como “não agredir o meio ambiente”, “baixo impacto ao ecossistema”, “processos químicos ambientalmente corretos”, por exemplo. O foco em “recursos renováveis” refere-se ao uso de “fontes alternativas de energia” e “recursos de origem não fóssil”, principalmente, enquanto a ideia de “substituição/eliminação de compostos perigosos” comumente faz alusão à toxicidade das substâncias. Já a referência explícita aos princípios da QV, como forma de caracterizá-la, foi identificada somente em duas notícias. Em outras duas, ainda, a QV foi descrita simplesmente como “relacionada ao meio ambiente”, sugerindo que QV e “química ambiental” teriam o mesmo significado.

Dado semelhante foi apresentado por Maximiano et al. (2009), em um estudo com graduandos em química, no qual a associação entre química ambiental e QV foi frequentemente observada, sendo encontrada inclusive a concepção de que ambos os termos poderiam ser tratados de forma indistinta. Em outra pesquisa com graduandos de química e áreas correlatas (Cortes Júnior et al., 2008), o termo “fontes renováveis” ficou entre os quatro mais evocados livremente a partir do termo indutor QV, já a palavra “biodiesel”, que remete ao uso de fontes renováveis, foi a mais evocada, mostrando que a associação entre QV e recursos renováveis é comum também entre estudantes da área de química.

Em relação aos resultados obtidos, é compreensível a preocupação com a preservação ambiental, uma vez que a riqueza de recursos naturais em território nacional propicia ao Brasil oportunidades valiosas para investir em recursos renováveis. Esse quadro reflete-se no perfil da matriz energética brasileira, composta por 43,6% de fontes renováveis (Brasil, 2017). Para efeitos de comparação, as fontes renováveis de energia correspondem a 9,7% da matriz energética dos países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), que inclui as nações com as maiores economias do mundo, incluindo Estados Unidos e Reino Unido (Brasil, 2017). A posição de destaque do Brasil no cenário mundial de produção de bioenergia também foi mencionada em relatório da International Energy Agency (IEA, 2016), no qual se traçou um panorama da situação energética de vários países. Para o Brasil, em particular, salientou-se o longo histórico de uso do etanol, um recurso que pode ter outras finalidades, além de combustível para transporte. Isso é ilustrado, por exemplo, na notícia a seguir, que trata da produção de “plástico verde” a partir do etanol:

> Percebemos o Brasil como o Oriente Médio da química verde. Em qualquer inovação nessa área, o Brasil vai ter uma vantagem comparativa bem grande (...) a companhia busca estados com grande produção de etanol, boas condições de logística e proximidade de mercados consumidores. (extraído de “Petroquímica Braskem investirá R$1,6 bilhão em 2011”, Folha de S. Paulo, 11 nov. 2010).

Quando se analisam os jornais estrangeiros, nota-se que a QV é caracterizada, predominantemente, pela ideia de “substituir ou eliminar compostos perigosos” (sejam eles reagentes, produtos, solventes ou resíduos). O foco em “recursos renováveis” também é alto, porém, bem menor do que a referência à periculosidade das substâncias. Por outro lado, a concepção de “preservação ambiental”, que se destaca nas notícias dos jornais brasileiros é pouco associada à QV nos jornais internacionais.

Propõe-se, assim, que a preocupação com o “perigo dos produtos químicos” reflete-se na forma de caracterizar a QV nas notícias internacionais. Porém, nem sempre tais riscos aparecem diretamente ligados à questão da preservação ambiental quando se define QV, o que sugere que tal preocupação é mais generalizada, podendo compreender o meio ambiente e a saúde humana. Essa observação pode ser relacionada ao fato de que muitas das notícias

internacionais analisadas citaram a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency), que, desde a década de 1970, está envolvida em práticas de avaliação de riscos tanto para o meio ambiente quanto para a saúde humana (EPA, 2018).

Embora tenha sido rara a referência explícita aos princípios da QV, foi possível notar, na maior parte das notícias que mencionavam o termo, alguma alusão a um ou mais de seus princípios. A tabela 9 mostra a frequência de ocorrência desses princípios nas notícias analisadas, para jornais nacionais e internacionais. Deve-se lembrar que, para cada notícia, poderia ser indicado mais de um princípio no momento da classificação.

TABELA 9. Princípios da Química Verde referidos nas notícias de jornais nacionais e internacionais.

Princípio	Nacionais (%) n = 80	Internacionais (%) n = 72
Fontes renováveis	49	14
Síntese menos tóxica	10	18
Catálise	9	6
Compostos degradáveis	6	10
Prevenção de resíduos	6	14
Eficiência energética	6	4
Compostos seguros	4	25
Solventes e auxiliares	4	10
Economia atômica	3	0
Análise em tempo real	1	0
Prevenção de acidentes	1	0
Redução de derivados	1	0

De acordo com esses dados, nos jornais brasileiros, o uso de “fontes renováveis” foi o princípio mais referido nas notícias, com amplo destaque em relação aos demais. “Síntese menos tóxica” e “catálise” foram os princípios mais citados depois de “fontes renováveis”. No cenário internacional, foi mais comum a referência aos princípios “compostos seguros” e “síntese menos tóxica”.

Tais resultados concordam com aqueles mostrados na figura 16. Nos jornais brasileiros, observou-se o foco no uso de “fontes renováveis” novamente. Já os princípios de “síntese menos tóxica” e “compostos seguros”, que são os mais abrangentes para tratar dos riscos que os produtos químicos podem oferecer, apareceram com maior frequência nas notícias estrangeiras. Também se nota que alguns princípios foram pouco contemplados (ou nem o foram), o que pode ser atribuído à maior especificidade dos mesmos, como é o caso de “análise em tempo real”. Chama a atenção, ainda, o fato de que o princípio “prevenção de acidentes” tenha sido citado somente uma vez, embora muitos acidentes sejam referidos como “acidentes químicos” por envolverem “substâncias químicas” (Freitas; Porte; Gomez, 1995).

Sobre a forma como a QV é definida e os princípios abordados, merece ser sublinhado como a QV retratada nos jornais, tanto brasileiros quanto estrangeiros, distancia-se daquela QV que é a linha de pesquisa de tantos cientistas. A escassa menção aos princípios da QV, bem como o foco em apenas alguns deles, sugere que o termo não é interpretado de modo único, o que aponta para o discurso polifônico que caracteriza não somente a divulgação científica, mas também a difusão da ciência na comunidade acadêmica (Vogt, 2012). De maneira complementar, a questão semântica do termo remete mais uma vez à argumentação de que a palavra "química verde" seria uma palavra da moda e, como tal, não é definida de maneira consensual (Vincent, 2014). Por fim, é possível conjeturar que a referência pouco frequente aos princípios da QV possa refletir uma tentativa do autor das notícias de empregar uma linguagem mais simples e menos técnica, facilitando a compreensão do texto pelo leitor, haja vista que alguns princípios fazem alusão a questões mais conceituais, como "economia atômica" e "redução de derivados", por exemplo.

As diferenças encontradas no contexto nacional e internacional quanto à caracterização da QV, em termos de definições e princípios, suscitam ainda uma discussão sobre como a "química", de forma geral, é caracterizada quando a notícia aborda a QV. No caso do Brasil, percebe-se que a imagem da "química" assume um perfil muito mais positivo, uma vez que, nas matérias nacionais, o assunto QV está mais alinhado com a temática do desenvolvimento sustentável e como a "química", no caso a QV, pode contribuir para que o mesmo seja alcançado. No caso das notícias internacionais, a imagem da QV parece ser mais positiva porque ela é apresentada, frequentemente, como um contraponto aos possíveis malefícios que os produtos químicos podem gerar à saúde e ao meio ambiente.

Frente a essa dualidade de imagens para a química no contexto internacional, convém pontuar que a proposição da QV já foi encarada como uma tentativa de os químicos reagirem à imagem pública negativa da química (Schummer; Bensaude-Vincent; Van Tiggelen, 2007) e, de outra maneira, que o seu desenvolvimento foi favorecido pela percepção pública de que a indústria química seria danosa ao meio ambiente (Dichiarante; Ravelli; Albini, 2010).

Tais ponderações lançam luz à influência do contexto sociocultural no desenvolvimento de uma área consideravelmente transdisciplinar, como é a QV. Em uma perspectiva histórica, vários estudos científicos já evidenciaram o impacto ambiental associado ao uso de determinados produtos químicos (como o DDT[24], por exemplo). Pesquisas também comprovaram os efeitos deletérios à saúde humana causados pela exposição a certas substâncias (como a contaminação por mercúrio que vitimou centenas de pessoas no Japão, na década de 1950). A divulgação desses estudos, de repercussão negativa perante o público, fomentou discussões na sociedade que impulsionaram o desenvolvimento da QV, da qual se apropriaram tanto os

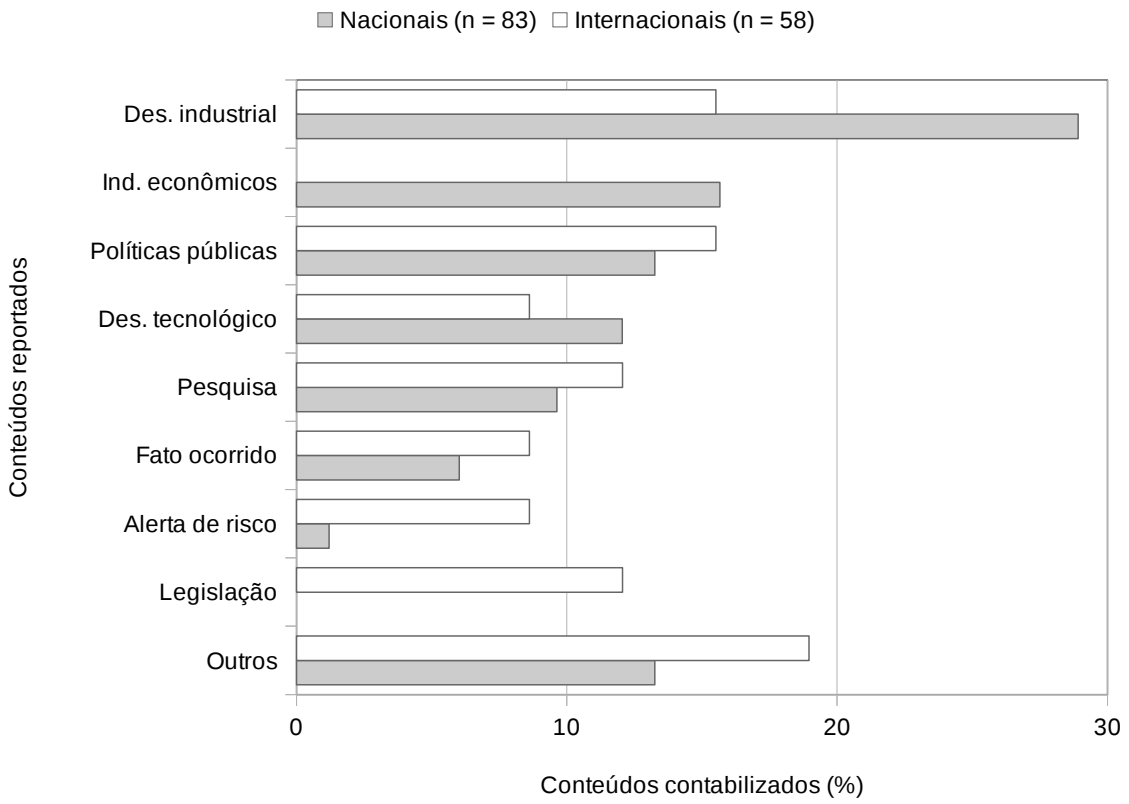
24 Antes de ser conhecido o impacto ambiental relacionado ao uso do DDT, a descoberta da eficiência desse inseticida no combate ao vetor da malária e de outras outras doenças foi valorizada com o Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina, em 1948, como apontado no estudo de caso "Prêmios Nobel" (página 220).

cientistas quanto as indústrias. Sob esse prisma, portanto, a QV pode ser entendida como um fator que serviu para aglutinar os diversos grupos da comunidade de química em prol de uma visão mais global dos processos e produtos químicos, cada qual em seu setor de atuação[25].

O teor das notícias que citavam QV também foi analisado. Como mostrado na figura 17, o tipo de conteúdo mais reportado para os jornais brasileiros foi “desenvolvimento industrial”, seguido de notícias sobre “indicadores econômicos”. Tais conteúdos tratavam, principalmente, de investimentos, gestão e desempenho econômico das indústrias químicas. Já a “pesquisa” foi apenas o quinto tipo de conteúdo mais reportado, logo atrás de “desenvolvimento tecnológico”. No caso dos jornais estrangeiros, o “desenvolvimento industrial” também se destacou, assim como assuntos de “políticas públicas”, seguido por “pesquisa”. Porém, as notícias que abordavam “legislação” e “alerta de risco” foram muitos mais recorrentes nos jornais estrangeiros que nos brasileiros, apontando para um perfil diferente das notícias que mencionam QV quando se comparam as notícias nacionais e internacionais.

25 Acredita-se, nesse contexto, que a QV foi mais bem-sucedida em promover a coesão da comunidade de química em prol de um elemento comum do que foi a comemoração do Ano Internacional da Química, abordada no estudo “AIQ”, apresentado no capítulo 5 desta tese (página 78). Isso pode ser atribuído, em parte, ao caráter temporário do evento, ao passo que questões relacionadas à sustentabilidade ambiental permanecem em pauta na sociedade. Além disso, é razoável admitir que a demanda por novas políticas ambientais possui maior repercussão na sociedade do que a decisão da Unesco de proclamar o AIQ.

FIGURA 17. Tipo de conteúdo reportado nas notícias sobre Química Verde.

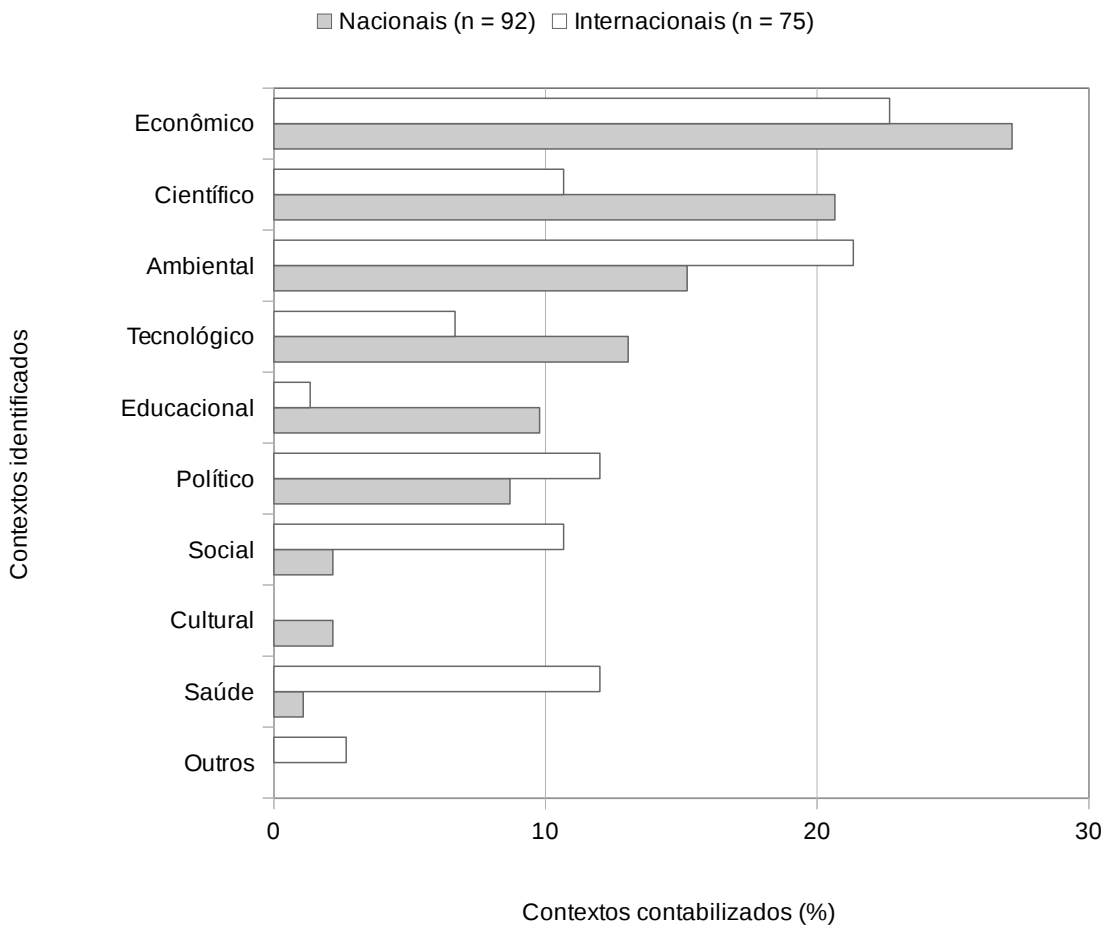


Distribuição porcentual dos “tipos de conteúdos reportados” nas notícias analisadas. Até dois tipos de conteúdo poderiam ser registrados por notícia. Até três aspectos poderiam ser assinalados por conteúdo. Abreviações: Des. industrial: Desenvolvimento industrial; Ind. econômicos: Indicadores econômicos; Des. tecnológico: Desenvolvimento tecnológico. Os conteúdos analisados citavam a palavra-chave “química verde” ou “green chemistry” e foram publicados em jornais nacionais e internacionais.

Fonte: Própria autora.

O contexto da notícia indica uma tendência de se associar a QV a aspectos econômicos quando se analisa o total de notícias com algum destaque para a química, como mostra a figura 18. Nos jornais brasileiros, o contexto “econômico” predominou (27%) nas notícias que mencionavam a QV, enquanto o “científico” (21%) e o “ambiental” (15%) ocuparam a segunda e a terceira posições, respectivamente. Em contrapartida, notícias que têm a “saúde” como contexto representaram a minoria dos casos (1%). Quanto às publicações internacionais, o contexto econômico representou 23% dos registros, ao passo que os contextos “ambiental” e “saúde” corresponderam a 21% e 12% das marcações, respectivamente.

FIGURA 18. Tipo de contexto identificado nas notícias sobre Química Verde.



Distribuição porcentual dos “tipos de conteúdos identificados” nas notícias analisadas. Até quatro tipos de contexto poderiam ser registrados por notícia. Os conteúdos analisados citavam a palavra-chave “química verde” ou “green chemistry” e foram publicados em jornais nacionais e internacionais.

Fonte: Própria autora.

O setor de inserção da química também foi analisado nas notícias em que o destaque da química era alto. Observa-se que essas matérias fazem referência, majoritariamente, à química como atividade econômica, ou seja, à área industrial, que é o setor da química destacado em 56% e 58% das notícias nacionais e internacionais, respectivamente. A presença da química como ciência é mais discreta e é apontada em 34% das matérias brasileiras e 38% das estrangeiras. Nas demais notícias, o setor da química focalizado é a educação.

Em conjunto, os dados sobre “tipo de conteúdo reportado”, “contexto da notícia” e “setor da química” concordam quanto ao fato de que a indústria química aparentemente tem sua imagem vinculada à QV. No entanto, a forma como essa associação ocorre parece ser distinta nos jornais brasileiros e estrangeiros.

Em relação às publicações nacionais, a análise das notícias sugere que a indústria química busca relacionar sua imagem à QV. Segundo Griskevicius, Tybur e Van den Bergh

(2010), o emprego do termo “verde” junto a produtos que se pretende comercializar é uma estratégia de mercado cada vez mais adotada no meio empresarial para se agregar valor aos produtos e atrair consumidores que, por consciência ambiental ou simplesmente por status social, dão preferência a “green products”. Conjetura-se, assim, que a associação da indústria química com a QV, como apresentada nas notícias de jornais brasileiros, poderia ser uma forma de melhorar a sua imagem, relacionando-a ao que pode ser chamado de retórica ambientalista (Fonseca; Bursztyn, 2007). Salienta-se que, em jornais brasileiros, a imagem da química é sobretudo negativa quando o setor industrial é foco da notícia (Teruya et al., 2013)[26]. Finalmente, é curioso notar como essa relação entre indústria e meio ambiente, envolvendo políticas públicas, inclusive, contrasta com a baixa frequência de notícias ligando a QV a questões de saúde, como se a preocupação ambiental não tivesse impacto sobre a saúde das pessoas.

Quando se trata dos jornais estrangeiros, a análise das notícias parece indicar para uma relação menos intencional da indústria química com a QV. Nesses jornais, são frequentes as notícias que abordam a necessidade de se ter maior controle e conhecimento sobre os riscos que os produtos químicos podem apresentar, salientando a necessidade de mais pesquisa na área, mais informação aos consumidores e legislação mais rigorosa para regulamentar o assunto. E é exatamente nesse contexto, muitas vezes, que a QV é citada, como um meio de se desenvolver produtos mais seguros para a população. Essa hipótese fundamenta-se na alta recorrência de notícias estrangeiras referentes a políticas públicas e à legislação, em contextos relacionados à saúde, ao meio ambiente e à política.

Entretanto, independentemente do tipo de associação estabelecida entre a indústria e a QV nas notícias, é sabido que essa relação envolve tanto a indústria química quanto outras, que fazem uso de produtos químicos. Scruggs e Ortolano (2011), por exemplo, questionaram gerentes ambientais de multinacionais diversas sobre a razão de se reduzir ou evitar o uso de produtos químicos perigosos nos processos industriais. As principais motivações apontadas pelos respondentes da pesquisa foram garantir a qualidade dos produtos, assegurando que eles estivessem dentro das especificações legais, além de ter suas companhias ou marcas bem avaliadas pelo público. Dentro desse contexto, iniciativas de QV estão entre as dez estratégias mais comuns adotadas por multinacionais para controlar o uso de produtos químicos perigosos (Scruggs, 2013).

Na relação da indústria com a QV, esta tem sido apontada, ainda, como elemento importante dentro das políticas públicas que tratam do uso de produtos químicos, uma vez que pesquisas na área são consideradas essenciais para preencher o que Wilson e Schwarzman (2009) chamam de gap tecnológico. Para os autores, esse gap é um dos empecilhos para a adoção de políticas públicas adequadas, que possam proteger a saúde pública e o meio

---

26 No estudo de caso “Imagem pública da química”, obtém-se uma alta frequência de co-ocorrência de conteúdos que tratam do setor econômico e, concomitantemente, apresentam uma imagem negativa da química (página 66).

ambiente, além de estimular investimentos em novas pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias em química mais limpas.

Quanto à ciência, embora as pesquisas em QV estejam crescendo cada vez mais, como visto pelo número de trabalhos publicados na área, elas parecem ser pouco divulgadas em meio não acadêmico, tanto no cenário nacional quanto no internacional. Sabe-se que, nas notícias sobre pesquisas que envolvem química, a mesma frequentemente apresenta uma visibilidade tácita, velada por conceitos científicos que, se desconhecidos, podem reduzir a relevância da química no estudo, ao menos na percepção do leitor (Teruya et al., 2013)[27]. No caso deste trabalho, é possível que muitas notícias reportando pesquisas dentro do escopo da QV não tenham sido identificadas por não mencionarem, explicitamente, a palavra-chave em questão. A partir de tal conjetura, sugere-se que aumentar a visibilidade da QV requer maior divulgação não apenas das pesquisas realizadas, mas também do próprio termo e de seus princípios.

Retomando os princípios da QV, investigou-se a associação entre estes e os setores de inserção da química, por meio da análise de frequência de co-ocorrência entre as categorias de cada descritor. Os resultados encontrados são mostrados na tabela 10, na qual as co-ocorrências entre as categorias são salientadas em escalas de tons de cinza.

27 Estudo apresentado no capítulo 4 (“Imagem pública da química”) desta tese. As considerações a respeito são tratadas na seção “Resultados e discussão” do mesmo capítulo (página 62).

TABELA 10. Frequência de co-ocorrência entre categorias do descritor “princípios da Química Verde” e categorias do descritor “setor de inserção da química” para jornais nacionais e internacionais.

Princípio da Química Verde	Setor de inserção da química					
	Atividade econômica		Ciência		Educação	
	Nacionais	Internacionais	Nacionais	Internacionais	Nacionais	Internacionais
Fontes renováveis	15	2	8	4	1	0
Compostos degradáveis	3	3	2	3	0	0
Prevenção de resíduos	3	3	4	6	0	0
Catálise	2	1	4	2	0	0
Economia atômica	1	0	1	0	0	0
Compostos seguros	1	11	1	5	2	1
Síntese menos tóxica	1	7	2	4	2	1
Redução de derivados	1	0	1	0	0	0
Solventes e auxiliares	0	4	2	3	0	0
Eficiência energética	0	0	0	2	0	0
Total	27	31	25	29	5	2

As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Primeiramente, destaca-se que parte dos princípios não apresentou associação com nenhum setor (por isso, ausentes na tabela 10), lembrando-se que a análise desse último descritor limitou-se àqueles conteúdos com grau de destaque da química alto. Entre as co-ocorrências observadas para os jornais nacionais, a mais frequente foi entre “atividade econômica” e “fontes renováveis”. Este foi o princípio registrado em 56% das vezes em que algum princípio da QV era assinalado junto ao setor “atividade econômica”. Para jornais internacionais, as co-ocorrências mais frequentes foram entre “atividade econômica” e os princípios “compostos seguros” e “síntese menos tóxica”.

Os resultados obtidos sugerem que as notícias que citam a QV e envolvem a indústria química vinculam a imagem desta ao uso de recursos renováveis predominantemente, no caso dos jornais brasileiros, difundindo uma concepção limitada da QV. Tal limitação também é percebida para jornais internacionais, uma vez que a QV aparece frequentemente como um contraponto à periculosidade dos produtos químicos, explorando-se pouco o potencial da QV

para melhorar a performance da indústria. Para além da imagem pública, é interessante questionar como as indústrias estão adotando os princípios da QV, ou seja, como os avanços científicos e tecnológicos da ciência química estão sendo apropriados pelas indústrias.

No caso de notícias que se referiam à QV e abordavam a química como ciência, os conteúdos fizeram alusão aos princípios da QV de forma mais equilibrada, tanto nos jornais nacionais quanto nos internacionais, haja vista que nenhum deles respondeu por mais da metade do total de marcações dentro do setor “ciência”. Isso pode indicar que os cientistas apresentam interesses diversificados dentro da QV, o que reflete, também, a abrangência desse campo de pesquisa. Já as notícias que destacavam o setor “educação” e, paralelamente, mencionavam princípios da QV foram raras, sugerindo que a QV é abordada de forma mais superficial quando se trata de divulgá-la em jornais dentro de um contexto educacional.

6.4 Considerações do estudo

Este estudo analisou, sob diferentes aspectos, a produção do conhecimento em QV e a sua transposição para além da comunidade científica, considerando-se os contextos brasileiro e internacional no período de 1990 a 2013. Tomando como base a espiral da cultura científica (Vogt, 2012), os resultados obtidos indicaram que as dimensões dessa espiral não têm se desenvolvido na mesma proporção.

A primeira das quatro dimensões, que se refere à produção e à difusão do conhecimento científico, tem se destacado visivelmente, como apontou o volume crescente de publicações na área de QV em periódicos científicos. Por outro lado, todo esse conhecimento, gerado por cientistas e comunicado entre eles, parece não ultrapassar com facilidade os limites da comunidade científica. A sua difusão para o sistema educacional acontece a passos lentos, criando um gap de conhecimento que pode afetar a formação dos profissionais de química e áreas afins. A transposição do conhecimento em QV para públicos externos ao universo acadêmico tende a ser ainda mais desafiadora, uma vez que atividades de popularização da ciência não são uma prática muito comum entre os cientistas, não sendo diferente no caso da QV.

Contudo, quando esse assunto surge nos jornais, o que se observa é uma discrepância entre a QV que é notícia e a QV que os cientistas pesquisam, com pouca divulgação de seus princípios e muitas concepções limitadas do termo. Essa discrepância existe independentemente do contexto geográfico analisado, se brasileiro ou estrangeiro. O contexto faz diferença, entretanto, quando se avalia como a QV é retratada em uma localidade ou outra. No cenário brasileiro, ela aparece atrelada à indústria química por meio de um discurso que salienta a questão ambiental e destaca o uso de fontes renováveis como maior trunfo da QV, em uma possível tentativa de melhorar a imagem da química. Já no cenário internacional, a relação entre

a QV e a indústria química evidencia uma imagem mais negativa desta, pois ressalta o potencial da QV para minimizar os eventuais danos causados por uma indústria que produz compostos considerados tóxicos e pouco seguros.

As divergências identificadas na forma de retratar a QV nos jornais podem refletir as distintas realidades do Brasil e, em âmbito internacional, do Reino Unido e dos Estados Unidos. Diferenças de atuação política, direcionamento das pesquisas, preocupações sociais ou mesmo disponibilidade de recursos naturais aparentemente influem no teor das notícias que mencionam QV. Todavia, reitera-se que, tanto no Brasil quanto fora, o assunto é frequentemente divulgado de forma enviesada, mantendo o público ainda muito distante da QV, no que diz respeito aos seus princípios, problemas de investigação e resultados alcançados.

Dessa forma, evidencia-se a necessidade de se ampliar a participação dos cientistas na transposição do conhecimento em QV. O ensino de ciência e o ensino para a ciência, assim como a divulgação científica, são dimensões da espiral que precisam receber mais atenção dos cientistas, a fim de contribuírem para a formação de profissionais e o entendimento público do que é a QV.

6.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 19, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 19. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Química Verde: geração e transposição de conhecimento”.

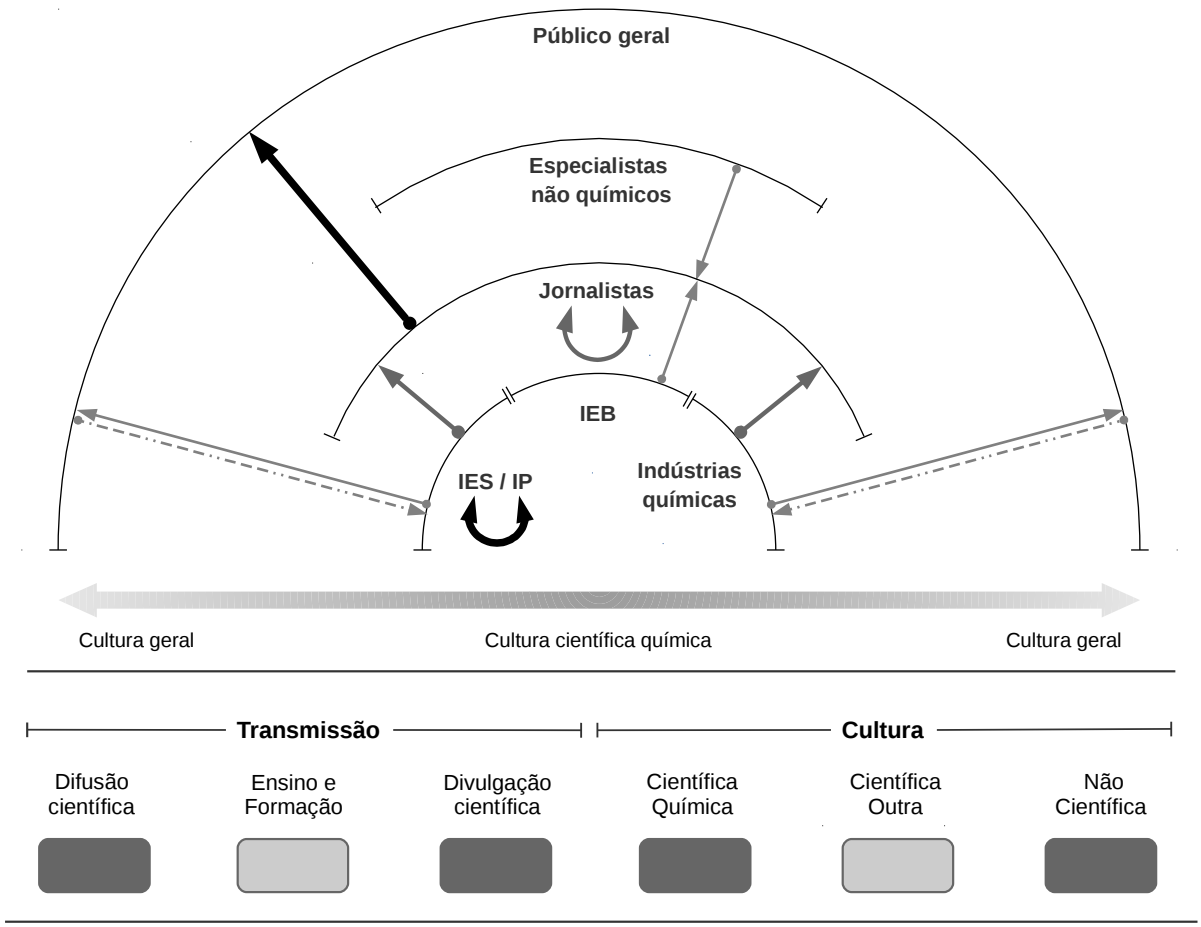


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “Química Verde”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “cinza claro” e “cinza escuro” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Abreviações: IES: Instituição de Ensino Superior; IP: Instituição de Pesquisa; IEB: Instituição de Educação Básica. Nota: As setas tracejadas representam a influência que valores socioculturais vigentes na sociedade exercem na atuação de representantes das IES/IP e das indústrias químicas.

Fonte: Própria autora.

6.5.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química”: i. as indústrias químicas; ii. os professores de química, representados pelas instituições de educação básica (IEB); iii. os cientistas químicos e docentes de química que atuam em instituições de ensino superior (IES) e instituições de pesquisa (IP). Constituíram “outros grupos sociais”: i. os jornalistas, como representantes dos profissionais e das empresas de comunicação, no caso, os jornais analisados; ii. o público geral, que, no contexto deste

estudo, compreende todo o potencial público de leitores dos jornais analisados e/ou o público alcançado pelas ações de divulgação que contaram com a participação dos cientistas; iii. os especialistas não químicos, que, para fins desta análise, abrangem todas as pessoas (cientistas ou não) que atuam em outras áreas e assinaram seus próprios conteúdos ou foram consultadas por jornalistas.

Na dimensão “transmissão”, as três categorias previstas foram marcadas; porém, foi atribuído um peso menor à categoria “ensino e formação”.

Na dimensão “cultura”, tanto a “cultura científica” quanto a “cultura não científica” foram identificadas no estudo. Há um equilíbrio entre o que é considerado próprio da química, “cultura científica - química”, e aspectos culturais externos à ciência, “cultura não científica”. Estas duas se sobressaíram em relação à “cultura científica - outra”, que teve menor destaque neste estudo.

6.5.2 Análise relacional

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, os conhecimentos associados à QV têm sido transmitidos entre os vários setores da sociedade por diferentes vias.

Dentro da comunidade científica, tais conhecimentos disseminam-se por meio da publicação de artigos científicos em periódicos especializados. É certo afirmar que, nesses conteúdos, é elevado o grau de destaque da química ou, em outras palavras, da cultura científica química. Neles, há alguma alusão a aspectos da cultura científica de outras áreas, bem como a questões culturais não ligadas à ciência. Isso não é muito diferente com os artigos de pesquisa educacional relacionados à QV, embora a referência a aspectos não químicos deva ser um pouco maior nessas publicações.

Por outro lado, segundo a análise dos jornais, parte dos conteúdos publicados tem grau de relevância da química nulo. Em outra parte das notícias, a química é apresentada frequentemente dentro de um contexto que envolve questões culturais, mas não próprias da ciência, como economia, política etc. A referência a outras ciências, por sua vez, é discreta. Dessa maneira, a abordagem da química nos jornais diverge substancialmente daquela observada nas publicações científicas.

Já as atividades de “educação e popularização de ciência e tecnologia” realizadas pelos cientistas (brasileiros) podem ter características variadas conforme a finalidade. Como foi apontado neste estudo, parte tem um caráter mais educacional e, assim, aproxima-se mais da forma de difundir ciência dentro da comunidade científica. Em contrapartida, algumas atividades são de popularização da ciência de fato e, nesse caso, aproximam-se mais do tipo de comunicação observado nos jornais.

Assim, tomados em conjunto os vários conteúdos pelos quais se comunica a química, no âmbito deste estudo, avalia-se que neles há um equilíbrio entre aspectos culturais não científicos e aspectos culturais da ciência química, com menor ênfase às outras ciências.

Ponderação similar se faz em relação às finalidades da transmissão de conhecimentos em química. Como já mencionado, a publicação de artigos científicos é uma das formas pelas quais os cientistas comunicam-se entre si. Tal forma de comunicação corresponde à difusão científica e mostrou-se bastante proeminente neste estudo. Também foi observado grande destaque para a divulgação científica, que ocorre mediada pelas notícias de jornais, apesar de parte delas não servir a esse propósito. Do mesmo modo, enquadram-se no plano da divulgação parte das atividades realizadas por cientistas, líderes de grupos de pesquisa em QV. As ações de “ensino e formação”, contudo, mostraram-se mais escassas. Elas puderam ser identificadas em algumas das atividades de “educação e popularização de ciência e tecnologia”, assim como nos artigos de pesquisa educacional, que, no entanto, são bem menos numerosos.

Quanto à sociedade, destaca-se o diálogo que os cientistas químicos estabelecem com seus pares, que se reflete no alto grau de difusão científica já mencionado. Eles, entretanto, relacionam-se muito pouco com o público geral pela via da divulgação científica, em especial quando se trata de assumir um maior protagonismo nas ações desse gênero. Em outro plano, destacam-se os jornalistas. Além de se comunicarem entre si (reprodução de matérias), eles também consultam especialistas e representantes da comunidade de química (principalmente pesquisadores e integrantes das indústrias) para, então, cumprirem seu papel de informar o público geral.

Ainda no plano social, cabe reiterar que o desenvolvimento da QV foi impulsionado por demandas sociais relacionadas ao meio ambiente principalmente. No interior da comunidade de química, a influência desse contexto sociocultural foi sentida sobretudo pelos cientistas e pelas indústrias, razão pela qual no diagrama há setas tracejadas que se originam no público geral e se direcionam para esses dois grupos. As setas, portanto, sinalizam o fluxo de valores socioculturais e não propriamente de conhecimentos em química. As setas paralelas e em sentido contrário, por sua vez, representam as contribuições que ciência e indústria química podem trazer à sociedade quando tais segmentos apropriam-se dos princípios da QV.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. As relações entre os diferentes grupos da sociedade e os aspectos culturais da química ocorrem por vias diversas, que são marcadas pela difusão e pela divulgação científica, além da via do ensino e da formação;

ii. A depender da via de transmissão cultural, alguns aspectos são mais enfatizados que outros - o foco em aspectos culturais da química fica tanto maior quanto mais a comunicação aproxima-se da difusão científica;

iii. No diálogo com seus pares, os pesquisadores químicos prescindem, de modo geral, do trabalho dos jornalistas; mas tal mediação mostra-se primordial no contato com o público geral.

iv. A interface entre público geral e comunidade de química caracteriza-se pela transmissão tanto de valores socioculturais quanto de conhecimentos em química;

v. A QV desponta como um elemento aglutinador da comunidade de química, à medida que mobiliza seus integrantes a pesquisar, aplicar, ensinar e divulgar conhecimentos relacionados ao assunto.

7 QNInt: portal de divulgação da SBQ

Este capítulo trata da principal iniciativa de divulgação científica da Sociedade Brasileira de Química (SBQ): o portal Química Nova Interativa (QNInt). Mais precisamente, apresenta-se uma metodologia para avaliar ações de divulgação por comunidades científicas, tomando-se a SBQ e o QNInt como elementos-chave de um estudo de caso. O trabalho traz não apenas a descrição do portal, mas também o avalia sob o ponto de vista da sua apropriação pelo público no período de 2010 a 2012, intervalo de tempo que incluiu o Ano Internacional da Química (2011). Na leitura deste capítulo, recomenda-se atenção às considerações sobre o uso do portal, uma ação de divulgação científica que estabelece uma interface com o sistema educacional formal. A concepção do QNInt como produto de uma comunidade científica também lança um novo olhar para a divulgação do conhecimento.

Este estudo foi apresentado no XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, que ocorreu em 2014.

7.1 Introdução

O conhecimento científico e a educação são considerados fundamentais para a consecução dos projetos de desenvolvimento das nações contemporâneas, pois “no country will be able to achieve and durably maintain prosperity and a high quality of life without using the results of science and ensuring a well-educated population” (Westholm, Tchatchoua e Tindemans, 2004, p. 2).

Diante disso, instala-se o questionamento de como o conhecimento científico chega e é apropriado pela sociedade e de como ele possibilita a criação de instrumentos socioculturais para alavancar seus projetos de desenvolvimento. É plausível admitir que isso ocorra pelos seguintes caminhos: i. formação dos cidadãos; ii. difusão científica; iii. divulgação científica; iv. desenvolvimento tecnológico. Como o conhecimento científico é resultado do esforço coletivo de uma comunidade científica, inserida em um contexto sociocultural, tais caminhos são vias de mão dupla: estabelecem uma relação dialógica entre a sociedade e a comunidade científica, entre os anseios e necessidades da sociedade e o conhecimento científico produzido. Portanto, os termos em que são pautadas as relações entre a comunidade científica e a sociedade são centrais para o sucesso dos projetos de desenvolvimento.

Este estudo parte do princípio de que as relações entre a comunidade científica e a sociedade possam ser discutidas a partir da caracterização dos caminhos referentes ao sistema educacional e à divulgação científica. Faz sentido, portanto, propor uma metodologia para caracterizar iniciativas de divulgação científica encampadas por comunidades científicas. O

percurso metodológico contempla a escolha de uma comunidade científica e de seu produto de divulgação, a proposição de referenciais e parâmetros para análise desse produto e a caracterização do produto de divulgação e de seu desempenho.

Todas essas etapas são descritas neste trabalho tomando como estudo de caso a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e seu portal de divulgação científica, Química Nova Interativa (QNInt). Inicialmente, o trabalho discorre sobre o acesso ao conhecimento científico pela sociedade em geral, tanto por meio do sistema educacional quanto por meio da divulgação científica. Na sequência, as etapas da metodologia proposta são descritas; em paralelo, são apresentadas particularidades do estudo de caso, com o objetivo de contextualizar a aplicação da metodologia em questão. Posteriormente, os resultados deste estudo são expostos e discutidos com a apresentação do estudo de caso, seguindo o percurso metodológico proposto.

7.2 Aporte teórico

Partindo-se do princípio de que é possível discutir as relações entre a comunidade científica e a sociedade por meio da caracterização do sistema educacional e da divulgação científica, apresenta-se, a seguir, um panorama sobre essas duas vias, pelas quais o conhecimento científico chega à sociedade a partir de ações desenvolvidas por comunidades científicas.

7.2.1 A via do sistema educacional

A inserção do conhecimento científico no sistema educacional deve refletir a relação entre o papel do conhecimento científico no projeto de desenvolvimento de uma nação e a preparação dos cidadãos para encampá-lo. Por isso, especial atenção é dedicada ao corpo de conteúdos científicos e à forma de ensiná-los às novas gerações. É por meio do sistema educacional, em seus diferentes níveis, que a maioria dos cidadãos entra em contato com grande parte do conhecimento científico formalizado.

Efetivamente, o status do conhecimento científico em uma nação reflete-se na legislação que rege o sistema educacional. Embora os membros da comunidade científica possam não estar no corpo de legisladores, a comunidade científica frequentemente está representada nos comitês decisórios que estabelecem as diretrizes para regular e operacionalizar as leis que regem o sistema educacional. Nesses comitês, são elaboradas diretrizes que envolvem os conhecimentos desenvolvidos no âmbito da comunidade de pesquisadores.

Um exemplo desse movimento é a adoção de diretrizes curriculares baseadas na abordagem educacional Science-Technology-Society. Na pesquisa em educação em ciência, argumenta-se há tempos que os conceitos científicos não podem ser dissociados de questões sociais e tecnológicas, o que está de acordo com essa abordagem, também conhecida pela sigla

STS (Aikenhead, 2005). Entre outros aspectos, o movimento STS propõe um ensino de caráter mais investigativo e que favoreça a compreensão do processo de construção do conhecimento científico em uma perspectiva social, cultural e histórica.

No âmbito das políticas públicas educacionais, o perfil STS de educação é mencionado pela Unesco em um documento que propõe orientações gerais para a educação em ciência e tecnologia (Jenkins, 2003). O documento elaborado pela organização trata de aspectos educacionais variados, tais como currículo, metodologia de ensino e formação de professores. Dentre as orientações pontuadas, destacam-se: i. a integração de conhecimentos das diferentes disciplinas de ciências; ii. a contextualização dos conceitos científicos; iii. o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas à compreensão e apropriação dos conceitos científicos; iv. a aplicação de metodologias mais centradas no aluno; v. a preocupação com a qualidade da formação dos professores. Estas são características fundamentais do aporte de conhecimentos científicos pela via do sistema educacional em muitos países.

7.2.2 A via das ações de divulgação científica das comunidades científicas

Há muito se defende a necessidade de se estabelecer uma relação direta entre os cientistas e a sociedade em geral. Alguns autores denominam a comunicação do conhecimento produzido por cientistas ao público geral como divulgação científica, diferenciando-a da comunicação entre cientistas, que é denominada difusão científica (Vogt, 2003, 2012).

Bucchi (2013) categoriza a relação de diálogo das comunidades científicas com o público em “science communication 1.0” ou “science communication 2.0”. Grosso modo, o primeiro estilo baseia-se em um modelo de comunicação mais indireto e vertical, em que principalmente jornalistas atuam como intermediários na comunicação do conhecimento científico, servindo como ponte entre cientistas e público; em contrapartida, o segundo estilo tem como base um modelo de comunicação mais direto e horizontal, em que os cientistas e as comunidades científicas tomam a frente nessa relação com o público.

Dos estilos de comunicação científica descritos por Bucchi (2013), sobressaem três elementos básicos: os cientistas e a sociedade, enquanto sujeitos emissários e receptores de conhecimento científico, e a via da divulgação, que contempla o caminho pelo qual tal conhecimento segue de um ponto ao outro. A depender do estilo de comunicação, as relações estabelecidas entre os sujeitos podem variar, assim como a forma como se dá a relação do público com o conhecimento científico. Considera-se, neste trabalho, que é possível analisar produtos de divulgação científica sob as perspectivas da emissão, da recepção e da apropriação.

Por emissão, entende-se a oferta de conhecimento científico, abrangendo informações sobre quais conhecimentos a comunidade científica pretende divulgar para a sociedade, a forma

de transposição de tais conhecimentos para fins de divulgação e os meios pelos quais a divulgação deve ocorrer.

Quanto ao aspecto recepção, o mesmo refere-se à interface usuário/produto ou, em outras palavras, sociedade/conhecimento científico. A recepção fornece um panorama do alcance de público de determinada iniciativa de divulgação científica, bem como trata do modo e dos caminhos pelos quais a sociedade entra em contato com o conhecimento disponibilizado pela comunidade científica.

Já a apropriação reflete o uso que a sociedade faz do conhecimento divulgado. Diz respeito à forma como o usuário apropria-se dos conhecimentos científicos, considerando suas demandas e motivações expressas. Comparando-se o teor dessas manifestações com o conteúdo que é divulgado, pode-se obter indícios sobre o quanto as expectativas do público alvo são atendidas.

7.2.3 A via da divulgação científica na sociedade da informação e do conhecimento

Com a popularização do acesso à internet, as possibilidades de comunicação entre sociedade e comunidades científicas ampliaram-se substancialmente, inclusive para a divulgação de ações e produtos que são promovidos fora do meio digital. Dessa forma, não raro as comunidades científicas possuem em seus portais na internet seções dedicadas à divulgação científica, para o público leigo, que dividem espaço com os seus produtos de difusão científica, para o público especialista.

Como exemplo, pode-se citar a American Association for the Advancement of Science (AAAS), em cujo portal se encontra uma página específica para comunicação com o público, “Press & Public Engagement”, na qual se divulgam ações desenvolvidas pela associação com o propósito de “help to make science and technology more accessible to everyone” (AAAS, 2018). Na área de química, a Royal Society of Chemistry (RSC) tem em seu portal espaços importantes destinados ao público, como a página “Education resources”, na qual é disponibilizado “a wide range of free-to-access resources to enhance the learning and teaching of chemistry” (RSC, 2018).

No âmbito da internet, os portais educacionais constituem um recurso de divulgação científica capaz de contribuir para o acesso ao conhecimento científico por um grande público. Ademais, eles podem atender a uma demanda educacional importante, à medida que disponibilizam conteúdos científicos alinhados com propostas curriculares e de ensino.

Na literatura, é possível encontrar trabalhos que descrevem portais educacionais, analisam aspectos de seu conteúdo e/ou categorizam tais portais segundo indicadores variados (Chudler; Bergsman, 2014; Impey et al., 2013; King; Peter; Devon, 2013; Marson; Galembeck; Andrade, 2013; Singh; Mahajan, 2010; Long, 2011; Sotiriou; Bogner; Neofotistos, 2011; Usher; Skinner,

2011). Nesses trabalhos, os conteúdos e recursos disponíveis no portal são apresentados como forma de promovê-lo, atrair novos usuários, compartilhar experiências e/ou embasar avaliações a seu respeito. A análise dos portais também pode ser realizada sob uma perspectiva mais próxima do usuário. Nesse contexto, há estudos que analisam dados quantitativos obtidos com a ferramenta Google Analytics (Sotiriou; Bogner; Neofotistos, 2011), incluindo data e número de acessos, tempo de permanência do site etc. Também podem ser encontrados trabalhos com uma abordagem mais qualitativa, que avaliam o uso do portal por meio de entrevistas com usuários (Francis; Martin; Taylor, 2011) ou por meio do feedback dado por usuários que postam depoimentos sobre o portal (King; Peter; Devon, 2013).

A partir de estudos que investigam o uso do portal, é possível conhecer o seu público principal, saber como esse público chega até o portal e avaliar se os objetivos e as expectativas de seu uso estão sendo atendidos. Segundo Jansen (2009), a análise dos acessos de um site permite inferir como os usuários apropriam-se dos conteúdos e recursos nele existentes. No contexto da divulgação científica, a análise dos portais educacionais quanto ao seu uso permite dimensionar o alcance do portal em prover o acesso ao conhecimento científico, além de explorar a demanda e a motivação por esse conhecimento. Portanto, admite-se que a análise de portais educacionais de comunidades científicas é uma forma pertinente de caracterizar a relação dessas comunidades com a sociedade em geral, sob a óptica de um modelo de emissão, recepção e apropriação que retrate as particularidades da relação estabelecida.

7.3 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia para caracterizar as iniciativas de divulgação científica encampadas por comunidades científicas. A metodologia proposta é aplicada no contexto de um estudo de caso. Nele, são objetos de análise e discussão a SBQ e o seu portal de divulgação científica QNInt, principal iniciativa de divulgação da SBQ. Os caminhos pelos quais se deu a escolha de ambos são descritos, bem como os meios selecionados para analisar o portal.

7.4 Percurso metodológico

A metodologia proposta apresenta três etapas distintas. A seguir, cada etapa é descrita e ilustrada com a apresentação de elementos que delineiam o estudo de caso realizado.

7.4.1 Seleção da comunidade científica e do produto de divulgação

Este tipo de estudo é proposto para comunidades científicas caracterizadas conforme os seguintes critérios: i. maturidade da comunidade científica, levando-se em conta a data de fundação da mesma; ii. representatividade frente a determinada comunidade de cientistas, tomando-se como base o número de associados e a capacidade de congregar e engajar membros de sua comunidade em torno de atividades científicas; iii. projeção em um cenário científico mais amplo, avaliada pelo destaque de suas publicações e de seus eventos; iv. apresentar iniciativas de divulgação científica.

Selecionada a comunidade científica, deve-se escolher o produto de divulgação a ser analisado. É conveniente que a iniciativa de divulgação escolhida apresente: i. amplo alcance de público, em termos numéricos e geográficos; ii. um desempenho passível de ser avaliado segundo uma abordagem metodológica previamente existente.

Para este estudo, foi selecionada a SBQ, enquanto comunidade científica de expressiva relevância no cenário nacional e internacional, além do portal QNInt, um produto de divulgação de sucesso, que pode ser avaliado segundo uma metodologia já estabelecida.

7.4.2 Proposição de matriz analítica

A proposição de uma matriz analítica deve contemplar um referencial a partir do qual o produto de divulgação possa ser analisado e um conjunto de parâmetros que permitam a avaliação do produto, em termos de seu desempenho.

O referencial analítico deve possibilitar a articulação entre os elementos empregados para definir o objeto analisado. No caso deste trabalho, o objeto de análise é o portal de divulgação científica QNInt. Como tal, ele pode ser descrito por dois elementos: a via do sistema educacional e a via da divulgação científica. Para a via do sistema educacional, considera-se como parâmetro os “Parâmetros Curriculares Nacionais+ Ensino Médio”, também chamado de PCN+, um documento norteador do sistema educacional brasileiro (Brasil, 2002). Para a via da divulgação científica, considera-se o modelo de divulgação baseado em emissão, recepção e apropriação.

7.4.3 Descrição e caracterização do produto de divulgação

Para caracterizar o produto de divulgação selecionado, pode-se fazer uso de metodologias de caráter qualitativo e/ou quantitativo. A qualificação pode envolver aspectos descritivos, apresentação de exemplos, registros de imagens e depoimentos, entre outros recursos. A quantificação, por sua vez, pode incluir medidas que determinem o número de pessoas alcançadas pela divulgação, o engajamento do público com o produto de divulgação, a forma como as pessoas entram em contato com o produto etc.

Neste trabalho, o produto de divulgação escolhido foi o portal QNInt. Em razão disso, fez-se uso da metodologia desenvolvida por Teruya e Marson (2014) para analisar portais educacionais. A metodologia adotada usa como fontes de dados os search logs, arquivos que registram a comunicação entre um sistema e o usuário que o acessa (Jansen, 2009). O sistema pode ser um motor de busca (Google, Yahoo, Bingo etc) ou qualquer outro site da internet, enquanto o usuário pode ser humano ou robôs de busca. Adicionalmente, a comunicação estabelecida pode ser entendida como solicitações realizadas pelo usuário do sistema (pesquisa por palavras-chave, por exemplo) e as respostas que delas se derivam (a exibição de uma webpage, por exemplo).

Dentre as diversas informações contidas nos search logs do portal QNInt, foram analisados, neste trabalho, os dados de data e origem de acesso, página visitada e termos de busca empregados. Antes de se efetuar a análise dos dados de log, foi preciso convertê-los para o formato de planilhas e decodificá-los, traduzindo-se a linguagem URL (uniform resource locator) para texto.

Com essa abordagem, foi possível analisar, de forma geral, o modelo de divulgação científica da SBQ sob as perspectivas da recepção e da apropriação.

7.5 Resultados e discussão

Esta seção do trabalho é dedicada à apresentação do estudo de caso, segundo as etapas descritas.

7.5.1 Seleção da comunidade científica e do produto de divulgação

Selecionou-se para este estudo a Sociedade Brasileira de Química - SBQ, uma comunidade científica fundada em 1977 e que contabiliza cerca de 4000 sócios (SBQ, 2018). Seus líderes científicos apresentam destaque internacional, sendo membros de outras comunidades, como a ACS (American Chemical Society) e a RSC (Royal Society of Chemistry) (SBQ, 2018). A SBQ destaca-se por ser a única representante oficial da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) no Brasil, por publicar dois dos periódicos de química mais conceituados da América Latina (Journal of the Brazilian Chemical Society e Química Nova), por organizar reuniões científicas anuais que congregam grande parcela da comunidade brasileira de químicos, com participação crescente de estrangeiros, e por possuir publicações voltadas para difusão e divulgação científica (SBQ, 2018).

A SBQ lançou o portal QNInt em 2009 com o objetivo de difundir o conhecimento em química para a sociedade (Marson; Galembeck; Andrade, 2013). O portal disponibiliza conteúdos provenientes de três publicações da SBQ: Química Nova, Revista Virtual de Química, e Química Nova na Escola. Tais publicações atendem a diferentes políticas editoriais de difusão científica:

enquanto as duas primeiras têm como público alvo a comunidade científica de químicos, a última é voltada principalmente para pesquisadores em ensino de química e professores de química.

Os conteúdos publicados nessas revistas não são produzidos para atender ao QNInt. Em vez disso, a partir dos conteúdos já publicados pela SBQ, é feito um trabalho de seleção daqueles que se enquadram no escopo do QNInt e se organizam tais conteúdos conforme uma arquitetura que é própria do portal. Também é feita a divulgação de conteúdos oriundos do site Pontociência, que publica vídeos de experimentos de ciência em geral (Pontociência, 2018). O QNInt possui mais de 4700 usuários cadastrados e já recebeu cerca de 10 milhões de visitas únicas de pessoas de todas as regiões do Brasil. Seu acesso é gratuito e os usuários não precisam se cadastrar para usufruir da maior parte dos conteúdos e recursos do portal. Portanto, o portal QNInt da SBQ provê um estudo de caso conveniente para a apresentação da metodologia.

7.5.2 Proposição de matriz analítica

A matriz analítica proposta no estudo do portal QNInt articula características do portal com os eixos analíticos do modelo de divulgação adotado. Tais eixos representam também os parâmetros segundo os quais o portal foi descrito e caracterizado. A articulação é feita por meio de referenciais, dentre os quais está incluso o referencial analítico selecionado para estudo, que foi o PCN+. Os elementos da matriz analítica proposta são sumarizados no quadro 11.

QUADRO 11. Eixos analíticos adotados na caracterização do portal QNInt, com a indicação dos elementos-chave enquadrados na matriz analítica proposta.

Eixos analíticos (modelo de divulgação)	Referencial	Produto de divulgação (QNInt)	Informações obtidas
Emissão	PCN+	Conteúdos e arquitetura	Natureza do conhecimento ofertado
Recepção	Jansen (2009) Teruya e Marson (2014)	Acessos brutos Modos de acesso	Alcance e contato com o público alvo
Apropriação	Jansen (2009) Teruya e Marson (2014) Calendário escolar PCN+	Perfil dos acessos Termos de busca	Demandas e motivações do público alvo

No eixo da emissão, o portal QNInt foi analisado quanto aos seus conteúdos e à forma como os mesmos são apresentados, de modo a caracterizar a natureza do conhecimento divulgado, tendo-se o PCN+ como referencial analítico. Os acessos ao portal, em termos quantitativos, e os modos de acesso foram elementos do eixo analítico da recepção, por trazerem dados sobre o alcance do público alvo do QNInt e indicarem como se dá o contato do público com o portal. O eixo da apropriação, por sua vez, encontra correspondência na análise

do perfil de acessos ao portal e dos termos de busca que direcionaram os usuários para páginas do QNInt. A análise do eixo da apropriação forneceu informações sobre as demandas e motivações do público do QNInt. Resultados sobre os eixos da recepção e da apropriação tiveram como referência a análise de search logs, além de informações obtidas no estudo de Teruya e Marson (2014), que apresenta uma análise preliminar do portal. Outras duas referências do eixo da apropriação foram o calendário escolar, para tratar do perfil de acessos, e o PCN+, o referencial analítico utilizado para discutir os termos de busca.

A respeito do referencial analítico adotado, destaca-se que o PCN+ é um documento oficial brasileiro que traz orientações educacionais aos professores (Brasil, 2002)[28]. Tais orientações contemplam três grandes áreas do conhecimento, sendo uma delas a área de "Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias", da qual a disciplina de química faz parte. Embora o PCN+ não tenha um caráter normativo, ele constitui um importante referencial no que diz respeito à condução do processo de ensino e aprendizagem nas escolas. Membros de diferentes comunidades científicas, incluindo da química, tiveram parte na elaboração desse documento.

Pode-se afirmar que o PCN+ está alinhado em grande parte com as diretrizes da Unesco (Jenkins, 2003). Grosso modo, ele discorre sobre as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes a partir dos conhecimentos disciplinares, além de tecer uma série de considerações sobre metodologias de ensino e papel do professor. Quanto ao programa curricular, propõe-se que os conhecimentos das diferentes disciplinas sejam organizados de forma temática. No caso da química, são apresentados nove temas estruturadores, que se desdobram em unidades temáticas. Há, ainda, sugestões de sequências didáticas, para trabalhar os temas propostos no decorrer dos três anos do ensino médio.

Embora o PCN+ esteja mais intimamente relacionados à via do sistema educacional, esse documento também apresenta elementos que servem aos propósitos da via da divulgação científica, à medida que ele defende o acesso ao conhecimento científico de forma abrangente, não restrita ao ambiente escolar. Dessa forma, o PCN+ configura-se como um referencial analítico apropriado para o estudo de um produto de divulgação, como é o caso do portal QNInt.

7.5.3 Descrição e caracterização do produto de divulgação

Nesta seção, é apresentada a análise do produto de divulgação QNInt segundo a matriz analítica adotada. Os resultados estão organizados de acordo com os eixos analíticos do modelo de divulgação estabelecido.

---

28 Atualmente, as escolas brasileiras devem elaborar seus currículos pautadas não mais pelo PCN+, mas sim pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Aprovada em 2017, a BNCC organiza o currículo do Ensino Médio em cinco itinerários formativos: Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Formação Técnica e Profissional (Brasil, 2018). Na descrição de tais áreas, não são especificados componentes curriculares (com exceção de Língua Portuguesa e Matemática) nem conceitos a serem ensinados: há apenas a indicação de competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes. De acordo com a BNCC, as escolas também não são obrigadas a ofertar todos os itinerários formativos.

7.5.3.1 Análise da emissão: conteúdos e arquitetura do portal

O acervo de conteúdos do QNInt distribui-se em diferentes categorias: i. temas; ii. conceitos científicos; iii. salas de aulas, com a proposição de metodologias e atividades de ensino; iv. pesquisas em ensino de química (peq); v. moléculas 3D interativas. O QNInt apresenta uma organização temática dos conteúdos similar à estruturação temática sugerida pelo PCN+. No portal, cada "tema" constitui um eixo central ao qual se articulam os demais conteúdos. Ao acessar determinado tema, o usuário encontra todos os conteúdos a ele associados. Alternativamente, o usuário pode visitar cada conteúdo, de qualquer categoria, de maneira individualizada. A proposta dessa organização temática é promover um acesso ao conhecimento em química alinhado com uma abordagem integradora, em que os saberes científicos são conectados entre si e com questões de interesse social.

Quando se analisa o QNInt à luz do PCN+, observa-se que os conteúdos do portal contemplam a proposta curricular trazida pelo documento, que organiza os conhecimentos de química em nove temas estruturadores, abarcando os diversos conhecimentos da área a serem trabalhados.

Dos nove temas estruturadores, quatro deles relacionam a química com a atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera, mostrando uma forte conexão do PCN+ com a temática ambiental. Vários conteúdos do QNInt também associam a química a questões ambientais. Para fins de ilustração, citam-se o conteúdo temático "Ciclos globais de carbono, nitrogênio e oxigênio" e o conteúdo conceitual "Efeito estufa", que têm uma ligação direta com a química da atmosfera, por exemplo. No PCN+, três temas estruturadores abordam, sob diferentes perspectivas, as transformações químicas. No QNInt, por sua vez, o caráter dinâmico das transformações químicas é assunto da peq "Equilíbrio químico"; enquanto a sala de aula "Pilhas" traz sugestões de atividades que abordam aspectos energéticos das transformações. Finalmente, dois temas do PCN+ referem-se à estrutura da matéria, assunto que é tratado no QNInt no conteúdo conceitual "Ligações químicas" e na sala de aula "Modelos atômicos e radioatividade", por exemplo.

Os conteúdos do QNInt podem ser avaliados à luz das competências gerais a serem desenvolvidas com a disciplina de química. Segundo o PCN+, tais competências correspondem aos seguintes domínios: i. representação e comunicação; ii. investigação e compreensão; e iii. contextualização sociocultural. Também nesse caso, é possível encontrar no QNInt exemplos de conteúdos que podem contribuir para o desenvolvimento dessas competências. Como exemplos, podem ser mencionados os conteúdos "Química e multimídia", "Separação de misturas" e "Fazer ciência", que apresentam relação, respectivamente, com os três domínios de competências mencionados no PCN+. Porém, cabe pontuar que o desenvolvimento dessas competências depende não apenas da disponibilização de conteúdos apropriados para tal, mas também da

sua utilização adequada como parte de estratégias de ensino que favoreçam o aprendizado, do que decorre a importância do papel docente no âmbito escolar.

A análise do QNInt revela que o portal está em sintonia com as orientações educacionais definidas pelo PCN+. Entretanto, é preciso enfatizar que, embora o PCN+ e o QNInt guardem semelhanças entre si, este não foi planejado nem elaborado com o objetivo de reproduzir o PCN+. As explicações para esses princípios comuns podem estar na elaboração dos currículos, mais especificamente na composição dos comitês responsáveis por sua formulação. Muitos membros desses comitês fazem parte de comunidades científicas e, portanto, encontram-se na interface entre a pesquisa científica e o sistema educacional.

Reitera-se que os conteúdos do QNInt, em grande parte, são publicações de revistas científicas da SBQ, logo, não foram produzidos especificamente para atender ao portal. É evidente, então, que os conteúdos de difusão científica da SBQ compartilham aspectos ideológicos com o sistema educacional. Como peça-chave na relação entre SBQ e público, o QNInt destaca-se ainda por aproximar a sociedade brasileira dos cientistas e de outros elementos da cultura científica, à medida que os textos disponibilizados no QNInt são publicações da própria SBQ. Dessa maneira, a análise dos conteúdos do portal demonstra que a metodologia proposta, já no eixo da emissão, permite delinear aspectos importantes da relação entre a comunidade científica e a sociedade em geral, por meio de um produto de divulgação.

7.5.3.2 Análise da recepção: acessos brutos e modos de acesso

O estudo de caso realizado contemplou o intervalo de tempo de 2010 a 2012, dentro do qual estava compreendido o Ano Internacional da Química (AIQ), comemorado em 2011. Nesse período, diversas ações em prol da divulgação da química foram realizadas, contando com a participação do portal QNInt, inclusive (Teruya et al., 2013)[29].

Conforme relatado no estudo de Teruya e Marson (2014), a partir dos arquivos de log, foi possível contabilizar os acessos ao QNInt e identificar os motores de busca como a principal via de acesso ao portal. A tabela 11 mostra a evolução temporal do número de acessos ao QNInt, além de indicar qual a proporção desses acessos foi realizada a partir de motores de busca.

29 Versão original do estudo apresentado no capítulo 4 (“A imagem pública da química em jornais de grande circulação do estado de São Paulo”) desta tese (página 45).

TABELA 11. Evolução temporal do número de acessos ao portal QNInt e porcentagem de acessos realizados via motores de busca.

Ano	Número de acessos	Acessos via motores de busca (%)
2010	19.189	89,7
2011	103.457	58,9
2012	146.375	84,9
Total	269.021	75,2

Foram contabilizados apenas os acessos cuja origem (modo de acesso) pôde ser identificada por meio da search log analysis. Os dados correspondem a uma amostra do total de acessos, que contempla um período de seis meses por ano, conforme será descrito na seção “Análise da apropriação”.

O crescimento no número de acessos ao QNInt ao longo do tempo pode sugerir um maior número de novos visitantes e/ou um maior número de visitas de usuários que já conhecem o portal. Os dados de acesso apontam o alcance de público do QNInt, que foi crescente no intervalo de tempo pesquisado.

Em relação à origem dos acessos, é expressiva a importância dos motores de busca, em especial o Google, como principal modo de acesso ao QNInt, sendo secundárias outras portas de entrada, como o acesso direto, via endereço eletrônico do portal, e o acesso por links encontrados em outros conteúdos da internet, que direcionam o usuário para páginas do QNInt. O menor destaque dos motores de busca em 2011 (58,9%) pode, aliás, ser interpretado como um indicador de impacto das ações do AIQ promovidas pela SBQ, uma vez que, nesse ano, o portal QNInt foi amplamente promovido pela SBQ.

A partir da análise do QNInt no eixo da recepção, foi possível obter informações sobre o alcance de público do portal e sobre como se dá o contato do público com o conhecimento científico disponível no QNInt. Estudos sobre portais educacionais comumente limitam-se a apresentar resultados dessa natureza, sem analisar a apropriação do portal pelos seus usuários, conforme é feito na seção seguinte deste trabalho.

7.5.3.3 Análise da apropriação: perfil dos acessos e termos de busca

Como o portal QNInt foi lançado como um produto de divulgação científica, com o propósito de disseminar conhecimentos em química para a sociedade, considerou-se que uma forma apropriada para analisar o desempenho do portal seria investigar se o uso do QNInt refletiria uma demanda educacional por parte de seus visitantes.

7.5.3.3.1 Análise quantitativa

Os dados dos arquivos de 2010 a 2012 acusaram um total de acessos próximo de 3 milhões. Tais dados foram agrupados segundo a origem geográfica das visitações, formando-se

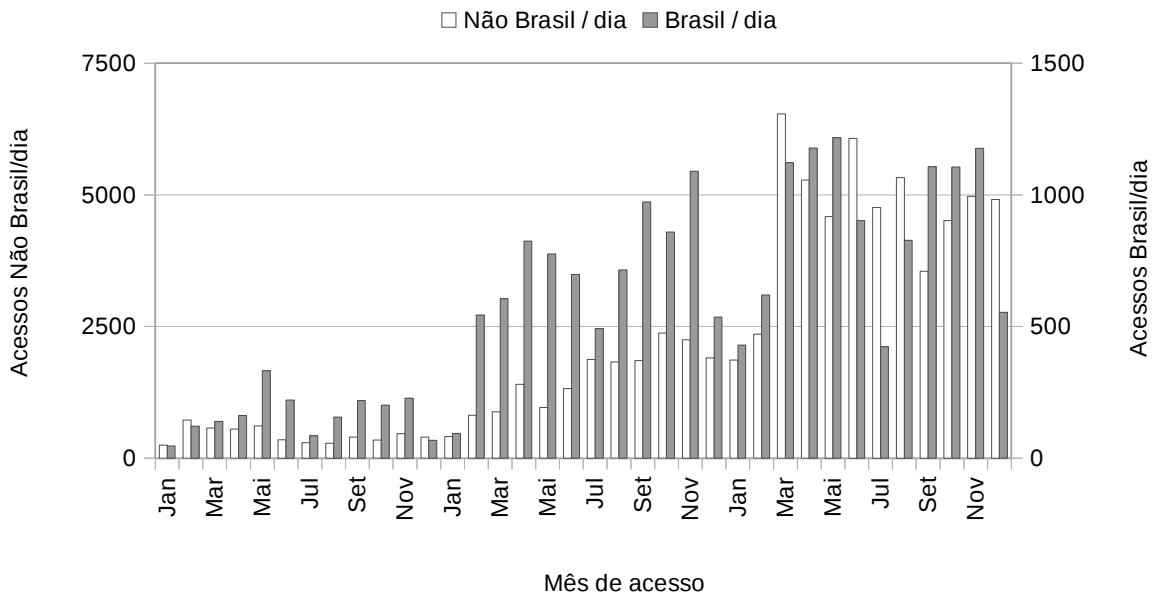
dois grupos de arquivos: o grupo “Brasil” (21% dos acessos) e o grupo “Não Brasil” (79% dos acessos). Adicionalmente, os arquivos foram agrupados conforme as datas dos acessos, de modo a se obterem arquivos com dados referentes a um mês de acesso, aproximadamente.

O número elevado de acessos do grupo “Não Brasil” pode ser atribuído, em grande parte, ao trabalho de indexação de conteúdos efetuado por robôs de motores de busca, em especial o Google. É possível conjeturar que os acessos por robôs de motores de busca sejam um reflexo dos acessos brasileiros ao portal, entendendo-se que sites tendem a ser mais acessados por robôs quando passam a receber um número maior de visitas.

Considerando-se os dados do grupo “Brasil”, a média mensal de acessos diários ao portal passou de aproximadamente 250 em 2010 para mais de 1000 em 2012, tomando-se como base os meses com pico de acessos. Para fins de comparação, pode-se citar que o portal COSMOS Science Education, por exemplo, registrou pouco mais de 10,3 mil visitas no período de 10 meses avaliado (Sotiriou; Bogner; Neofotistos, 2011). A análise das médias mensais de acessos diários apontou ainda que, para ambos os grupos, o número de visitas ao portal foi maior durante os meses de aulas e menor nos meses de férias escolares.

Esses resultados são apresentados na figura 20, que mostra a média mensal de acessos diários ao QNInt no período de 2010 a 2012 para os grupos “Brasil” e “Não Brasil”.

FIGURA 20. Sazonalidade dos acessos ao portal QNInt.



Média mensal de acessos diários ao portal QNInt para os grupos “Brasil” e “Não Brasil” no período de 2010 a 2012. Observa-se que os meses de férias escolares no Brasil (janeiro, julho e dezembro) correspondem aos períodos com menor número de acessos, enquanto nos meses com aulas ocorrem os picos de acesso.

Fonte: Própria autora.

A análise do gráfico revela também um perfil sazonal nos acessos ao QNInt. Esse perfil sazonal reflete bem o calendário escolar brasileiro: nos meses de férias, quando a demanda educacional é menor, o número de visitas ao portal é reduzido; nos demais meses, período de aulas, essa demanda aumenta e o número de visitas também se eleva.

Após identificar a sazonalidade dos acessos, foram descartados os dados referentes ao grupo “Não Brasil” e selecionou-se para análise somente o conjunto de arquivos do grupo “Brasil” correspondentes aos meses de janeiro, abril, maio, julho, outubro e novembro. Com isso, foram contemplados meses em que o número de acessos era maior (abril, maio, outubro e novembro) e meses em que o número de acessos era menor (janeiro e julho).

7.5.3.3.2 Análise qualitativa

Sabendo-se que os “temas” e os “conceitos” foram as categorias de conteúdos mais visitadas do portal no período de 2010 a 2012 (Teruya; Marson, 2014), decidiu-se realizar uma análise mais minuciosa da forma como os usuários acessam o portal. Para tanto, realizou-se uma análise exclusiva dos acessos ao QNInt feitos via Google, tendo como foco os termos de busca utilizados pelos usuários. Foram analisados os termos que direcionaram os usuários aos dois conteúdos mais visitados nas categorias “Tema” e “Conceito”: “Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre” e “Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos” (temas); e “Interações Intermoleculares” e “Hidrólise” (conceitos). Os acessos a esses quatro conteúdos via Google originaram-se de mais de 48 mil termos de busca.

Foi avaliado se os termos de busca podiam expressar alguma demanda educacional por parte dos usuários. Neste estudo, a demanda educacional foi entendida como a busca por uma informação que remetesse ao contexto escolar, como um conceito científico ou qualquer conteúdo tipicamente presente nos currículos das escolas. No caso de haver indicação desse tipo de demanda, também se verificou qual era a modalidade do Google (“Web”, “Image” ou “Scholar”) utilizada pelos usuários. Calculou-se a frequência de ocorrência para cada uma dessas categorias. Na análise, observou-se ainda se os termos apresentavam outros indícios de demanda educacional: referência explícita a um público escolar (nível de ensino); menção a formatos e/ou usos específicos para os conteúdos pesquisados e que poderiam refletir um uso educacional do material (ilustração, prova, desenho etc); citação de verbos que remetem ao universo escolar, no contexto das tarefas e dos trabalhos escolares (descrever, definir, citar etc); e ocorrência de expressões interrogativas nos termos de busca (por que, o que é, como etc), que poderiam manifestar um interesse educacional da pesquisa. Tais aspectos foram analisados qualitativamente, com citação de exemplos para as demandas expressas.

Dentre os principais resultados obtidos, destaca-se que 96% dos termos de busca analisados estão, potencialmente, associados a uma demanda educacional. Esse dado mostra que os termos de busca expressam, em quase sua totalidade, uma demanda educacional de

usuários da internet. E, ao pesquisarem tópicos educacionais via Google, tais usuários encontram no portal QNInt conteúdos relacionados à sua necessidade.

Qualitativamente, observou-se que os termos utilizados nas buscas variam bastante em complexidade. É possível encontrar palavras-chave que correspondem a conteúdos do currículo escolar, como “ciclo do nitrogênio”, “reações de hidrólise” e “interação intermolecular”. Também há buscas mais específicas, contendo um nível maior de detalhamento da informação pesquisada, como “qual a importancia da troposfera?” ou “geometria da molecula de N2O”. Nesses exemplos, nota-se que os termos de busca contêm elementos próprios do currículo escolar, seja por citar um conceito científico (“hidrólise”, por exemplo), seja por mencionar palavras e outros códigos mais empregados no contexto escolar do que em situações cotidianas (“troposfera” ou “N_2O”, por exemplo).

Em relação às modalidades do Google utilizadas, os resultados apontaram o uso predominante do Google Web (76%), seguido pelo Google Image (24%) e pelo Google Scholar (1%). Esses números parecem sugerir que os usuários da internet e, por extensão, do QNInt, tendem a fazer pesquisas pouco direcionadas no Google. Isso pode ser corroborado pelo fato de alguns usuários procurarem por figuras e vídeos no Google Web (“figuras do ciclo do carbono”, “video aula de hidrolise”, por exemplo) em vez de empregarem as versões “Image” e “Vídeo” do Google para fazerem suas pesquisas. O uso preferencial da versão “Web” pode indicar um despreparo por parte dos usuários da internet para explorarem de modo mais eficaz essa ferramenta de pesquisa, o que é mais compatível com o público escolar. Tal despreparo por parte dos estudantes pode ser resultado da falta de experiência no uso de motores de busca e baixo grau de conhecimento prévio do assunto pesquisado (MaKinster; Beghetto; Plucker, 2002).

O uso do Google “Image”, segunda modalidade mais utilizada, é muito apropriado para pesquisas de modelos de estruturas moleculares e outras formas de representação da química, como observado nos termos “estrutura tridimensional da insulina” e “estrutura de lewis do cloreto de amonio”. Alguns autores salientam a relevância da visualização para o ensino de química. Para Gobert (2005), por exemplo, as imagens relacionadas à química podem ser consideradas uma forma de representação com potencial finalidade didática.

O discreto uso do Google “Scholar” corrobora a hipótese de que o tipo de público que mais acessa o QNInt é o público do ensino médio. Os resultados de pesquisas feitas na modalidade “Scholar” do Google geralmente estão atrelados a materiais (artigos científicos, teses etc) que interessam, sobretudo, a públicos de níveis mais avançados de ensino e, de fato, têm sido mais utilizados por indivíduos da Educação Superior. Isso pode ser constatado com um breve levantamento no ERIC (Education Resources Information Center), base de dados para pesquisa em educação. Quando se busca por “Google Scholar” no ERIC, quase 45% dos resultados obtidos estão vinculados à Educação Superior, considerando os trabalhos que especificam o nível educacional do público pesquisado (ERIC, 2014).

Qualquer que seja a versão do Google utilizada, é válido ressaltar a relevância desse motor de busca na realização de pesquisas escolares, conforme evidenciado por Weigold e Treise (2004), que pesquisaram o uso educacional da internet por estudantes do ensino médio. Quando questionados sobre os sites consultados, os alunos relataram não acessar os sites digitando seus endereços eletrônicos (URL), mas sim por meio de links, encontrados via motores de busca ou em outros sites previamente acessados.

A análise dos termos de busca também resultou em outros indícios de demanda educacional por parte dos usuários do QNInt. Essa análise adicional levou em conta os critérios especificados no quadro 12, que contém exemplos de termos de busca para ilustrar cada um deles. Aproximadamente 20% dos termos que expressavam demanda educacional também apresentavam um ou mais indícios de que a pesquisa realizada tinha motivação educacional.

QUADRO 12. Indícios de pesquisa baseada em demanda escolar, segundo análise dos termos de busca que direcionaram os usuários do portal QNInt aos conteúdos mais acessados no período de 2010 a 2012.

Critério avaliado	Exemplos de termos de busca empregados
Especificação de público escolar	“dissociação quimica de sais - 1º ano” “biosfera a parte da terra com vida ensino fundamental” “importancia das macroalgas no ensino medio”
Indicação do formato ou da finalidade do conteúdo pesquisado	“exercicios de hidrolise sais ácidos” “resumo o que é interações intermoleculares” “figuras de eletronegatividade das ligações”
Menção a solicitações sugestivas de atividades e trabalhos escolares	“calcule a constante de dissociação do ion fluoreto” “explique a formação de compostos de origem fossil” “conceitue interações intramoleculares”
Ocorrência de expressões interrogativas	“qual é o gas mais abundante na troposfera?” “como saber se uma substancia tem alta interação intermolecular” “o que é uma reação de hidrólise?”

A especificação do público escolar explicita o nível de ensino associado a algumas buscas. Conjetura-se que as pesquisas com esse grau de detalhamento sejam de autoria de professores, especialmente, assumindo-se que a preocupação com a adequação conteúdo-público seria mais esperada para os docentes. Isso remete a outro critério avaliado, “indicação do formato ou da finalidade do conteúdo pesquisado”, que pode estar associado a buscas efetuadas por estudantes e professores. Dentre os formatos e finalidades pesquisados, estão inclusos “aula”, “trabalho”, “gráfico”, entre outros. Os materiais buscados poderiam ser utilizados tanto na preparação de uma aula quanto na realização de tarefa escolares. O mesmo se aplica aos termos que expressam solicitações típicas de atividades escolares. Tais solicitações podem

ser atribuídas, principalmente, a alunos que procuram na internet respostas para trabalhos da escola. Isso também pode se refletir nos termos de busca que se iniciam por expressões interrogativas, que geralmente representam dúvidas mais pontuais.

Outras pesquisas também reforçam que os estudantes têm feito uso da internet com propósitos educacionais. Os alunos utilizam a internet para realizar pesquisas escolares, buscar referências bibliográficas, fazer tarefas escolares, entre outras finalidades (Ebersole, 2000). Medeiros (2009), ao analisar mensagens enviadas a um sistema de tutoria na web, verificou que as dúvidas de química expressas geralmente representavam perguntas e solicitações diretas, postadas com o propósito de resolver tarefas escolares pouco contextualizadas.

Analogamente, parte dos termos de busca analisados também evidencia a falta de contextualização dos conteúdos de química pesquisados pelo público que acessa o QNInt via Google. Partindo-se do pressuposto de que o público do portal é escolar e que o mesmo realiza buscas no Google para atender demandas educacionais, os resultados desse trabalho sugerem que o ensino de química nas escolas encontra-se distante de abordagens de ensino que valorizam a contextualização e problematização dos conteúdos disciplinares, tal como a abordagem STS. Desse modo, é possível que os usuários que chegam ao QNInt por meio do Google não encontrem no portal a resposta imediata para aquilo que procuram. Todavia, mesmo que haja um desvio em relação ao PCN+, esse caminho pode ser restaurado pelo QNInt, pois o portal compartilha a mesma base ideológica do PCN+, apresentando-se como uma fonte de conteúdos que podem ser úteis aos estudantes e professores que desejam ampliar seus conhecimentos em química para além de informações isoladas e pontuais.

Verifica-se, assim, que as duas vias, do sistema educacional e da divulgação científica, podem atuar cooperativamente por meio de um produto de divulgação como o QNInt, que aproxima a sociedade em geral de uma comunidade científica, por conta de seu estilo de comunicação 2.0, e apresenta-se como ferramenta educacional potencialmente capaz de sanar eventuais deficiências do público relacionadas ao conhecimento científico.

Em sua completude, a análise do eixo da apropriação explicita demandas e motivações próprias do ensino médio. Isso mostra, portanto, que a SBQ dialoga com a sociedade ao longo de todo o ano por meio do QNInt, mas essa relação intensifica-se em períodos de aula, como acusou o perfil sazonal de acessos. O diálogo entre as duas partes ocorre de maneira indireta, em que motores de busca representam uma via importante para o público chegar ao QNInt. Além disso, a análise dos termos de busca reiterou o uso educacional do QNInt, porém, a forma como o público do portal expressa essa demanda revela um descompasso entre as principais orientações educacionais atuais e o modo como o conhecimento tem sido abordado nas escolas.

7.6 Considerações do estudo

Em sua origem, os conteúdos publicados pela SBQ caracterizavam-se por um trabalho essencialmente voltado para a difusão científica, tal qual outras comunidades do gênero. A relação com o público não cientista ocorria, sobretudo, indiretamente, por meio do sistema educacional, com a formação de recursos humanos e a participação de parte de seus membros em políticas públicas referentes ao ensino de química.

No âmbito de suas publicações, a revista Química Nova na Escola pode ser considerada um primeiro canal de comunicação mais direto com o público não inserido no meio acadêmico, pois seus conteúdos destinam-se também aos professores de química da educação básica. Porém, apesar do acesso online à revista ser livre, o seu público ainda é constituído por pesquisadores em sua maioria, tomando-se como referência, nesse caso, o acesso aos conteúdos por meio do site da revista.

O lançamento do portal QNInt representou um avanço relevante na relação da SBQ com o público geral, mais especificamente com a comunidade escolar, tornando-a mais significativa tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. Como produto de divulgação científica da SBQ, o QNInt é um portal que promove a divulgação da ciência em consonância com o sistema educacional, motivos pelos quais foram ambos, SBQ e QNInt, selecionados como objetos de análise deste trabalho.

Conforme mostrado neste estudo, o QNInt aproxima-se do público escolar à medida que oferece conteúdos educacionais de qualidade, produzidos por especialistas na área, e que estão em conformidade com diretrizes educacionais adotadas no Brasil, tanto no que se refere ao teor dos conteúdos quanto à sua estrutura organizacional dentro do portal. Isso foi devidamente demonstrado com a análise do QNInt, quando o mesmo foi descrito e caracterizado sob a perspectiva emissão.

A aproximação da SBQ com a sociedade em geral, via QNInt, aumentou no período investigado, como mostram os dados de acesso ao portal. Além disso, esse diálogo apresenta um estilo de comunicação mais direto e horizontal, tal qual proposto por Bucchi (2013). O público que chega até o portal, especialmente por meio dos motores de busca, encontra no QNInt conteúdos escritos por cientistas e especialistas na área. Não há a mediação de profissionais da comunicação nem na produção dos conteúdos nem na sua divulgação. Logo, o contato do público com o conhecimento e a comunidade científica se dá de forma mais direta e crescente, resultados que foram obtidos ao se analisar a recepção do QNInt enquanto produto de divulgação.

Os conteúdos disponíveis no portal estão em consonância com as principais diretrizes propostas pelo PCN+, documento importante no sistema educacional brasileiro e que serviu de referencial analítico para este estudo de caso. Os conteúdos atendem a uma demanda educacional que se origina principalmente na escola, como explicitado pelo padrão sazonal dos

acessos ao portal e pela análise dos termos de busca empregados pelos usuários. Assim, pode-se afirmar que a apropriação do QNInt se dá pelo uso educacional de seus conteúdos, em sua maior parte publicados originalmente na revista Química Nova na Escola.

A caracterização do portal QNInt, um produto de divulgação científica da SBQ, revela a potencialidade da metodologia proposta neste trabalho para analisar iniciativas de divulgação encampadas diretamente por comunidades científicas. O percurso metodológico estabelecido define etapas claras que contemplam diferentes elementos de uma análise dessa natureza, incluindo desde a seleção dos objetos de análise (comunidade científica e produto de divulgação) até a caracterização da iniciativa propriamente, feita a partir de uma matriz analítica coerente com os objetivos do estudo.

7.7 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 21, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 21. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “QNInt: portal de divulgação da SBQ”.

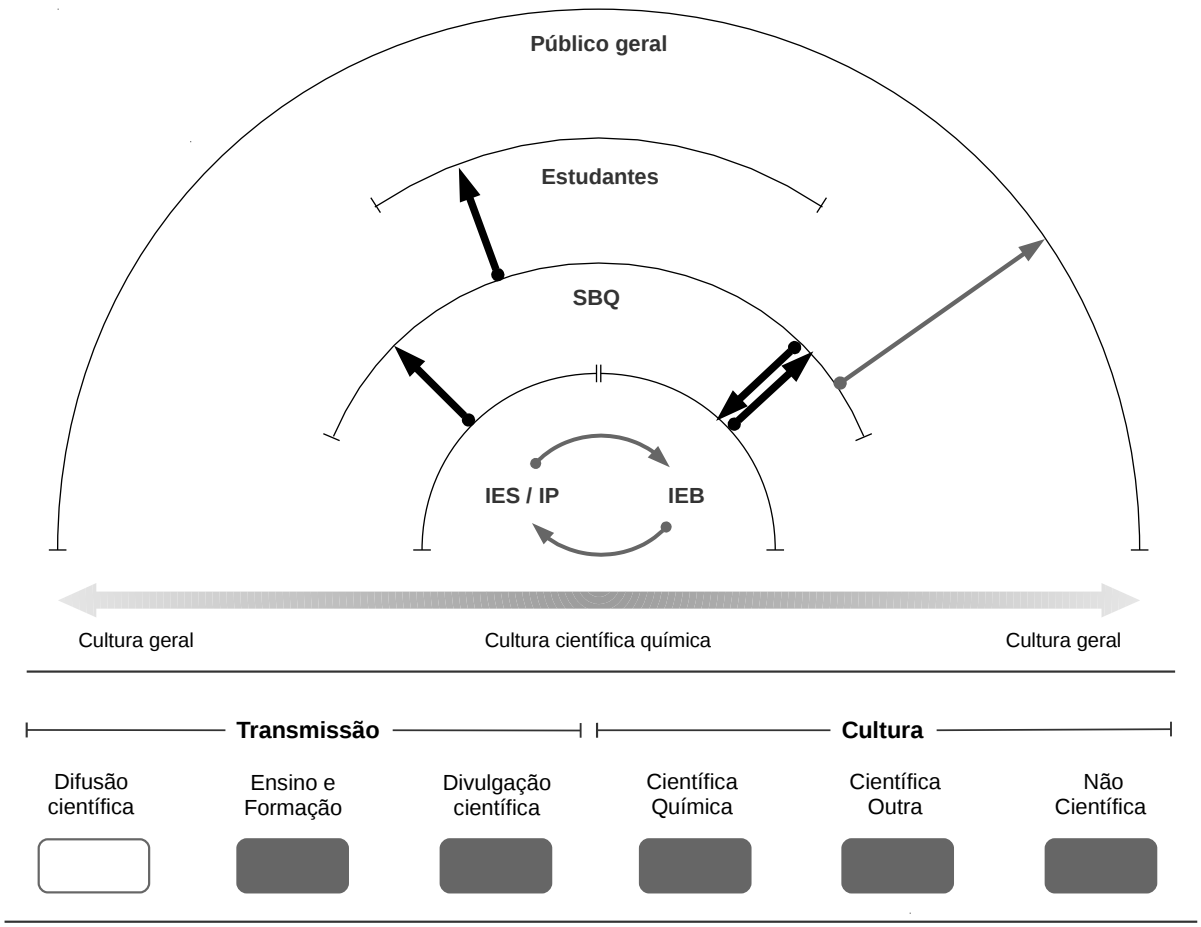


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “QNInt”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “branco” e “cinza” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Abreviações: SBQ: Sociedade Brasileira de Química; IES: Instituição de Ensino Superior; IP: Instituição de Pesquisa; IEB: Instituição de Educação Básica.

Fonte: Própria autora.

7.7.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química”: i. a SBQ, comunidade científica da área de química que é responsável pela publicação do QNInt; ii. os cientistas químicos e docentes de química que atuam em instituições de ensino superior (IES) e instituições de pesquisa (IP); iii. os professores de química, representados pelas instituições de educação básica (IEB). Constituíram “outros grupos sociais”: i. o público geral, que, no contexto deste estudo, compreende todo o potencial público

do QNInt, ou seja, quaisquer pessoas que podem acessar o portal; ii. os estudantes, principalmente aqueles da educação básica.

Na dimensão “transmissão”, foram assinaladas duas categorias, “ensino e formação” e “divulgação”, tendo sido atribuído o mesmo peso para ambos.

Na dimensão “cultura”, as três opções foram identificadas no estudo: “cultura científica - química”, “cultura científica - outra” e “cultura não científica”. Considera-se que existe um equilíbrio entre elas pela análise do portal.

7.7.2 Análise relacional

Como seria esperado, os conteúdos do QNInt apresentam uma alta carga de conhecimentos em química. Mas a análise desses conteúdos também revelou que muitos deles são interdisciplinares, como recomendam o PCN+. Os conhecimentos em química são tratados de forma contextualizada e conectada a questões de interesse social, como meio ambiente, saúde, tecnologia, história, educação inclusiva, entre outras. Há conteúdos, inclusive, que discutem a própria atividade científica. Para tanto, conhecimentos de outras áreas são recrutados na produção dos conteúdos e, certamente, aspectos culturais diversos também são abordados. Assim, o portal busca disponibilizar ao seu público conhecimentos em química sem desvinculá-los de seu contexto sociocultural de produção.

O objetivo principal do QNInt é disseminar conhecimentos em química para a sociedade, atendendo a uma demanda educacional por parte desta. A finalidade educacional contempla duas perspectivas, segundo o referencial proposto: i. “ensino e formação”, que se associa ao sistema de educação formal, aproximando-se mais do ambiente escolar e das práticas em sala de aula; ii. a “divulgação científica”, que pode alcançar um público mais geral, interessado em ciência, mas não necessariamente inserido no âmbito escolar.

No caso do QNInt, observa-se que o portal foi concebido como um produto de “divulgação científica” e apresenta potencial para isso, pois, entre outros fatores, pode atingir um grande público. Além disso, seus conteúdos e sua arquitetura, embora estejam alinhados com diretrizes da educação básica, não foram criados para atendê-las. Entretanto, a análise do portal, em especial dos eixos da recepção e da apropriação na matriz analítica proposta, sugere fortemente o uso educacional do QNInt por estudantes do ensino médio. Como apontado neste estudo de caso, os estudantes provavelmente estão recorrendo a conteúdos do portal para atender uma demanda que se origina na escola. Tem-se aí uma finalidade que se enquadra na categoria “ensino e formação”. Ponderando-se, então, a concepção original do portal, o público que ele pode atingir e o público que aparentemente atende, considera-se que há um equilíbrio entre ensino e divulgação.

Para além dos estudantes e do chamado “público geral”, também foram identificados grupos sociais pertencentes à comunidade de química. Com grande destaque, aparece a SBQ,

como a comunidade científica responsável pela publicação do QNInt. Para alimentar o portal com conteúdos (principalmente de suas outras publicações), a SBQ relaciona-se com pesquisadores da área de química - em especial aqueles que pesquisam a educação em química e, por vezes, estabelecem colaborações com professores da educação básica. Esses pesquisadores produzem artigos que podem ser selecionados para inclusão no QNInt. Uma vez no portal, os conteúdos atendem a demandas de estudantes e do público geral, conforme mencionado previamente, além de professores de química, como também sugerido pela análise de uso do portal. Pela avaliação feita, a interface do QNInt e, por extensão da SBQ, com o público geral parece ser mais discreta do que com os estudantes.

Como indicado no diagrama, é interessante observar que as relações da comunidade de química com a sociedade ocorrem sem a intermediação de outros grupos sociais, como os profissionais da comunicação. Ou seja, o público do portal, formado ou não por estudantes, tem acesso a conteúdos que foram produzidos por representantes da comunidade de química.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. O portal caracteriza-se pela interdisciplinaridade e contextualização de seus conteúdos, que têm a química como ciência central;

ii. O QNInt tem uma finalidade educacional, que se alinha com o sistema educacional formal, mas também é capaz de atender o público geral;

iii. A comunicação entre a comunidade de química e o público ocorre sem intermediários, com a SBQ assumindo um papel de protagonista nessa relação.

iv. Por meio do QNInt, a SBQ pôde introduzir um novo modelo de comunicação do conhecimento, que explora as mesmas fontes de conteúdos em diferentes canais de comunicação, tendo como princípio a indissociabilidade entre canal, público alvo e conteúdos.

8 A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos

Neste capítulo, apresenta-se uma pesquisa exploratória sobre a química na principal plataforma de compartilhamento de vídeos da atualidade. O estudo traz dados referentes ao período de 2007 a 2015. A princípio, o trabalho expõe uma visão geral da química nos vídeos do YouTube, apontando os tipos de conteúdos encontrados. Em um segundo momento, o estudo concentra-se nos vídeos com experimentos. Propõe-se, ainda, uma forma de avaliar o grau de difusão dos vídeos. Na leitura deste capítulo, é preciso ter em mente que o YouTube, como toda mídia social, possibilita a postagem de conteúdos de maneira direta, sem intermediários, e com a informalidade e a rapidez que são típicas das mídias sociais. Complementa-se que a plataforma não condiciona a publicação de conteúdos a qualquer avaliação prévia dos mesmos, diferentemente do que ocorre em muitos outros canais de comunicação.

Este estudo foi apresentado na 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, que ocorreu em 2016.

8.1 Introdução

Em linhas gerais, as mídias sociais são sites que promovem interações sociais e permitem o compartilhamento de informações de maneira rápida e dinâmica. São utilizadas para fins variados, como entretenimento, acesso a notícias, publicidade, ensino e aprendizado, engajamento social, entre outros. Tais mídias apresentam um alcance de público expressivo, com potencial de crescimento graças à ampliação do acesso à internet e aos dispositivos móveis. Apesar de existir um grande número de mídias sociais, algumas mostram-se muito mais populares do que outras. Segundo pesquisa feita por Newman e Levy (2014), do Instituto Reuters, as três mídias sociais mais utilizadas à época do levantamento eram Facebook, YouTube e Twitter, considerando-se dados de dez países, representantes da Ásia, América e Europa. A mesma ordem de preferência foi identificada no Brasil, apontado como um dos países que mais fazem uso das mídias sociais.

Criado em 2005, o YouTube destaca-se como a principal mídia social para compartilhamento de vídeos na atualidade, o que pode ser dimensionado pelas estatísticas do site. O YouTube tem mais de 1 bilhão de usuários, está localizado em 88 países e disponível em 76 idiomas (YouTube, 2018). A plataforma possibilita o envio de vídeos de diferentes formatos e categorias variadas, como esportes, jogos, tecnologia, ciência e educação, música, entre outras. Assim como ocorre em outras mídias sociais, qualquer usuário que se cadastre no site pode

postar vídeos, que ficam disponíveis para visualização, compartilhamento, avaliação e/ou comentários.

Os números resultantes dessas ações são indicativos da popularidade de um vídeo (Welbourne; Grant, 2016), ou seja, a mesma não é dada somente pelo número de visualizações ou qualquer outro aspecto isolado. De acordo com Borghol et al. (2012), a popularidade de cada vídeo do YouTube é influenciada não apenas pelo sistema de recomendações da própria plataforma, mas também por “content factors” e “content-agnostic factors”. Enquanto os primeiros referem-se a características intrínsecas do vídeo (por exemplo, duração, tipo de mídia, forma de apresentar o conteúdo etc), os últimos referem-se a questões externas ao vídeo (por exemplo, época em que o vídeo foi postado, a popularidade do uploader e de vídeos prévios etc).

A propósito, a popularidade dos vídeos do YouTube, de modo geral, tem despertado o interesse de muitos pesquisadores, que já se dedicam a fazer análise de conteúdo dos vídeos ou ao menos citam a plataforma entre as referências de seus trabalhos. Kousha, Thelwall e Abdoli (2012), por exemplo, fizeram um levantamento dos artigos indexados à base Scopus que mencionavam o site. De acordo com os autores, o YouTube vem sendo cada vez mais referenciado ao longo dos anos, nas quatro áreas do saber selecionadas (artes e humanidades, ciências sociais, ciências da saúde e ciências da natureza). Na análise dos vídeos citados, foram encontrados vídeos de diversos tipos, incluindo documentários, anúncios publicitários, aulas, música, entre outros. Nas pesquisas de ciências da natureza, em particular, a maior parte dos artigos citava vídeos com demonstrações científicas, como experimentos, por exemplo. Conforme Welbourne e Grant (2016), estudos específicos sobre a comunicação da ciência no YouTube investigam, em sua maioria, a correção das informações veiculadas nos vídeos, com destaque para os assuntos da medicina. Na área educacional, Kay (2012) fez uma revisão da literatura sobre a utilização de vídeos podcasts na educação, abrangendo o período de 2002 a 2011. No estudo, o autor apontou o surgimento do YouTube como um dos fatores-chave que mudaram o enfoque e a frequência de uso desses vídeos.

Na área de educação em química, vídeos do YouTube têm sido utilizados na esfera da educação não formal. Sociedades de química como a American Chemical Society (YouTube, 2018a) e a Royal Society of Chemistry (YouTube, 2018b), por exemplo, têm seus próprios canais no site, nos quais é possível encontrar vídeos para o público geral. Durante o Ano Internacional da Química, em 2011, várias ações de divulgação da química ocorreram via YouTube e potencializaram-se com o uso dessa plataforma. Na ocasião, a Swedish Chemical Society postou 12 vídeos temáticos sobre a química, versando sobre assuntos como saúde, indústria e alimentos. Posteriormente, tais vídeos foram analisados por Christenssonab e Sjöström (2014), que apontaram os aspectos que mais se destacaram nos materiais, assim como as suas deficiências. A divulgação da química via YouTube também foi reportada por Smith (2014), que relatou uma experiência de produção de vídeos com essa finalidade. Na atividade proposta,

estudantes do curso de química foram solicitados a produzir vídeos sobre o tema “polímeros”, com uma abordagem acessível e interessante ao público não acadêmico. Essa atividade foi sugerida como uma alternativa à produção de um trabalho acadêmico tradicional.

No contexto da educação formal, destacam-se as vídeo-aulas disponíveis na internet, recursos didáticos que podem ser acessados para propósitos variados (Fautch, 2015). Nesses casos, o YouTube pode ser uma ferramenta útil para postagem e compartilhamento dos materiais produzidos. Em uma abordagem educacional centrada no aluno, a produção de vídeos tem sido delegada aos estudantes, como verificado no trabalho de Franz (2012). A autora relatou a tarefa dada aos alunos de produzir vídeos explicando, com as próprias palavras, conceitos de química orgânica. Atividade semelhante foi reportada por Lichter (2012), mas tendo como foco as regras de solubilidade. Em ambos os trabalhos, os vídeos dos alunos foram postados no YouTube. Tierney et al. (2014), por sua vez, publicaram a experiência de usar vídeos como ferramenta para avaliação do aprendizado. De acordo com a atividade descrita, os alunos produziram vídeos de si mesmos resolvendo exercícios de química orgânica com a ajuda de modelos moleculares. O desempenho dos alunos foi avaliado pelos professores, mas, nesse caso, os vídeos não foram postados no YouTube.

Tendo em vista o potencial do YouTube como ferramenta de difusão de conteúdos, inclusive com finalidades educacionais, o presente trabalho teve como objetivo propor uma metodologia de análise comparativa dos vídeos de química do YouTube, diferenciando-os quanto à frequência de ocorrência e ao grau de difusão.

8.2 Metodologia

Foram analisados vídeos sobre química publicados na página brasileira do YouTube. Todos os vídeos foram selecionados pelo sistema de pesquisa do YouTube. Para tanto, utilizou-se a palavra-chave “química”, associada à opção “vídeo”, como forma de refinar os resultados da busca. Quanto à forma de exibição dos resultados, optou-se pelo critério “contagem de visualizações”, que apresenta os vídeos em ordem decrescente de visualizações. Na sequência, fez-se o registro dos vídeos encontrados, coletando-se a URL de cada vídeo.

Cabe salientar que todos os vídeos foram registrados no mesmo dia (02/02/2015), com o objetivo de minimizar distorções quanto ao número e tipo de vídeos encontrados, bem como quanto ao número de visualizações de cada vídeo. Destaca-se, ainda, que o histórico de pesquisas do YouTube foi limpo antes de se iniciarem as buscas para o presente estudo.

8.2.1 Proposição de parâmetros para definir o grau de difusão dos vídeos

Para a análise do grau de difusão dos vídeos, foram propostos os seguintes parâmetros:

i. Número de visualizações: Dado registrado no momento de seleção dos vídeos;

ii. Data de publicação: Dia, mês e ano em que o vídeo foi postado;

iii. Número de vídeos por categoria: Uma vez que a análise dos vídeos propõe a sua classificação segundo uma série de categorias, conforme será discutido nas próximas duas seções, considerou-se importante adotar como parâmetro de difusão a quantidade de vídeos em cada categoria concebida.

8.2.2 Análise preliminar de conteúdo e definição de um caso para estudo

A análise dos vídeos selecionados foi realizada a partir da caracterização de seus conteúdos segundo diversos descritores que, por sua vez, desdobram-se em categorias.

Em uma fase preliminar de análise, os seguintes descritores foram aplicados a todos os vídeos:

i. Grau de relevância da química: Determina qual o destaque da química no conteúdo do vídeo.

ii. Data de publicação do vídeo: Dado obtido como parâmetro para avaliar o grau de difusão.

iii. Ocorrência de experimento: Indica se o vídeo apresentou ou não alguma atividade experimental.

A aplicação do primeiro descritor seguiu os critérios definidos no estudo de Teruya et al. (2013)[30]. Nesse trabalho, os autores analisaram notícias sobre química publicadas em dois jornais de grande circulação no Brasil. O descritor foi proposto com o objetivo de se diferenciar os conteúdos quanto ao destaque apresentado pela química nas diferentes notícias analisadas. Originalmente, foram estabelecidos quatro categorias de grau de relevância, em uma escala variando de 0 a 3. No presente estudo, porém, foram utilizadas apenas duas categorias para esse descritor, “nulo” (0, na proposta original) e “não nulo” (1, 2 ou 3, na proposta original).

Uma vez realizada a análise de conteúdo dos vídeos, procedeu-se a definição de um caso relevante para estudo a partir da análise dos dados obtidos, a qual incluiu o cálculo da frequência de ocorrência das categorias propostas, bem como a obtenção do grau de difusão dos vídeos.

8.2.3 Aplicação da metodologia desenvolvida em um estudo de caso

Após a identificação de um conjunto de vídeos relevante para estudo, foram propostos outros descritores e categorias que permitiram uma análise mais aprofundada do tema abordado nesses vídeos. Conforme será discutido na seção de resultados, os vídeos que apresentavam alguma atividade experimental foram aqueles que mais se destacaram e, por isso, foram selecionados para uma nova etapa de análise, que envolveu os seguintes descritores:

30 Descritor apresentado no estudo de caso “Imagem pública da química”, na seção “Grau de relevância da química” (página 48).

i. Duração do vídeo: Inclui as categorias “menos de 3 minutos”, “3 a 6 minutos”, “7 a 10 minutos” e “mais de 10 minutos”.

ii. Idioma: Refere-se ao idioma em que foram apresentados o áudio e/ou o texto no vídeo e no campo reservado à sua descrição. Abrange as categorias “português” e “espanhol”.

iii. Mídia: Corresponde ao meio usado para descrever e/ou explicar o experimento. Foram propostas as categorias “áudio”, “texto”, “áudio e texto” e “nenhum”.

iv. Protagonista: Indica quem executou o experimento, conforme as categorias “professor”, “aluno” e “outro/sem identificação”.

v. Postagem: Indica quem postou o vídeo com o experimento, segundo as categorias “professor”, “aluno”, “sites de divulgação científica”, “instituição de ensino e/ou cultural” e “outro/sem identificação”.

vi. Materiais e reagentes: Define se os materiais e reagentes utilizados no experimento podem ou não ser considerados acessíveis quanto ao custo, à facilidade de aquisição e à periculosidade.

vii. Conceito químico: Referem-se aos conceitos químicos que poderiam ser explorados a partir do que foi mostrado experimento. Inclui as categorias “ácido-base”, “cinética”, “densidade”, “estrutura/propriedade da matéria”, “equilíbrio químico”, “interações intermoleculares”, “polímeros”, “oxidorredução”, “termoquímica”, “sem identificação” (a identificação do experimento não é clara) e “outros” (conceitos de menor frequência de ocorrência).

viii. Explicação: Indica se o experimento foi ou não explicado no vídeo e/ou no espaço destinado à sua descrição.

Neste estudo de caso, os vídeos de cada categoria foram comparados quanto à sua frequência de ocorrência e ao seu grau de difusão, empregando-se os parâmetros previamente definidos.

8.3 Resultados e discussão

8.3.1 Amostra

Seguindo-se os procedimentos descritos na seção 8.2, o sistema de pesquisa do YouTube acusou um total aproximado de 1,2 milhão de resultados que atenderiam aos critérios de busca. No entanto, na compilação dos vídeos encontrados, com o registro dos respectivos endereços eletrônicos, foi possível compilar somente 733 vídeos: percorrendo página por página[31] de resultados, a de número 37 não oferecia a opção de seguir para uma próxima; logo, não havia

31 No dia em que o levantamento foi realizado, o YouTube estava configurado para exibir um total de 20 resultados por página.

mais vídeos para visualizar. Acredita-se que a divergência observada nos números possa ser atribuída a eventuais limitações operacionais do YouTube na exibição dos resultados.

8.3.2 Fator de normalização

Foi definido um fator de normalização (F_N) com o objetivo de se obter um indicativo do grau de difusão dos vídeos. Além do número de visualizações de cada vídeo, tal fator considerou também o tempo de publicação do vídeo e o número de vídeos enquadrados em cada categoria proposta.

O F_N foi obtido seguindo-se as etapas:

i. Cálculo do fator de correção por visualizações e tempo (F_{VT}) para cada vídeo:

F_{VT} = (Número de visualizações do vídeo / ∑ Visualizações de todos os vídeos) / Tempo de publicação do vídeo

Com esses ajustes, pôde-se obter a representatividade de um vídeo dentro da amostra total e, ao mesmo tempo, corrigir eventuais distorções associadas ao tempo de publicação (postagens mais antigas acumulando maior número de visualizações exclusivamente por estarem publicadas há mais tempo).

ii. Cálculo de F_N para cada categoria de vídeos:

F_N= ∑ F_{VT} categoria / Número de vídeos da categoria

Essa razão foi calculada para se levar em conta o efeito da diferença no número de vídeos de categorias diferentes (categorias com maior número de representantes somando um maior número de visualizações).

A escala de valores de F_N encontrados pode variar de acordo com o descritor analisado, de modo que tais valores devem ser comparados somente entre categorias do mesmo descritor.

Para cada descritor, o valor de F_N é diretamente proporcional ao grau de difusão dos vídeos. Ademais, quanto maior a proximidade entre os valores de F_N menor é a diferença entre os graus de difusão das categorias comparadas.

É importante salientar que o grau de difusão, conforme proposto neste estudo, não se relaciona diretamente ao vídeo ser popular ou não, mas sim ao seu alcance de público. Métricas de popularidade incluem não apenas o número de visualizações do vídeo, mas também o número de comentários, inscrições, compartilhamentos e avaliações (Welbourne; Grant, 2016).

8.3.3 Perfil da química no YouTube

8.3.3.1 Grau de relevância da química

O primeiro descritor aplicado na classificação dos vídeos foi o grau de relevância da química, definido no trabalho de Teruya et al. (2013)[32].

Do total de 733 vídeos selecionados, 323 (44%) apresentaram grau de relevância da química nulo, em que a palavra “química” não estava associada a conhecimentos em química, de forma direta, podendo fazer parte de uma expressão linguística de uso popular e indiscriminado. Casos típicos foram os vídeos de música, cujo título continha a palavra “química”, como “Química do amor” ou “Rolou uma química”. A palavra “química” também foi encontrada em programas de entretenimento televisivos, como “Pura Química” e “Física o Química”, cujos vídeos foram classificados com grau de relevância nulo. É interessante apontar, ainda, a ocorrência de alguns vídeos como “Cabelos Cacheados: como me livrei da química”, em que se evidencia a associação entre produtos químicos e os danos causados pelos mesmos.

Em contrapartida, pouco mais da metade dos vídeos (56%) foi classificada com grau de relevância da química não nulo. Nesses vídeos, em particular, os conteúdos mais frequentes foram as aulas (53%), de modo geral de caráter expositivo e voltadas para o ensino médio. Parte dessas aulas, aliás, tinha como foco a preparação para o vestibular, com menções explícitas a esse tipo de exame. Tal público foi contemplado, também, em vídeos que tratavam de vestibular, mais especificamente, com dicas para a prova e comentários sobre as questões. Alguns vídeos diferenciaram-se por abordar a química de forma contextualizada, como os vídeos da série “A química das coisas”, produzida em Portugal, com temas como a “química do chocolate” e a “química dos fogos de artifícios”. Vale citar, ainda, os vídeos que versavam sobre aspectos da profissão de químico e do curso de formação na área. Finalmente, destacam-se os vídeos contendo atividades experimentais, que serão analisados com maior profundidade nas próximas seções deste trabalho.

Para fins de comparação, cabe mencionar que o porcentual de conteúdos com grau de relevância da química não nulo encontrado em notícias de jornal foi de 30%, aproximadamente, conforme reportado por Teruya et al. (2013)[33]. Ou seja, a plataforma YouTube apresentou mais conteúdos relevantes do ponto de vista da química do que os jornais. Diante desses resultados, é possível conjeturar que haja maior interesse do público pela química do que sugere a análise dos jornais.

Nessa comparação, entretanto, deve-se ponderar o fato de que o YouTube é uma mídia social e, como tal, permite a postagem de conteúdos por um público muito mais amplo e diverso

---

32 Descritor apresentado no estudo de caso “Imagem pública da química”, na seção “Grau de relevância da química” (página 48).

33 No estudo de caso “Imagem pública da química”, verifica-se que, do total de conteúdos analisados, cerca de 30% apresentam grau de relevância baixo, médio ou alto (página 62).

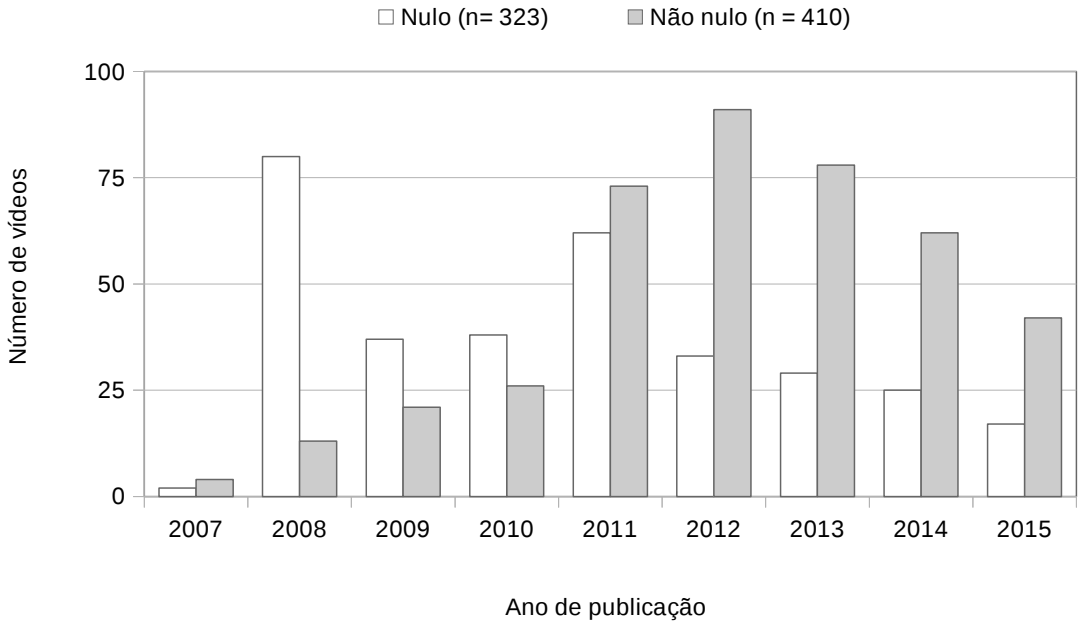
que os jornais. Esse público, representado por iniciativas institucionais e individuais, tem no YouTube a oportunidade de divulgar materiais que são de seu interesse e para usos variados. Também é importante salientar as diferenças entre os tipos de mídias desses dois canais de comunicação, já que vídeos podem ser mais apropriados para apresentar determinados tipos de conteúdo do que materiais escritos e vice-versa. Tais fatores tornam bastante complexa a comparação entre os resultados deste estudo e aqueles obtidos no contexto dos jornais.

Analisando-se o grau de difusão dos vídeos dessas duas categorias, foram obtidos valores de F_N iguais a 1,9 e 1,8 para os vídeos com grau de relevância “não nulo” e “nulo”, respectivamente. Isso significa que as duas categorias de conteúdos praticamente não diferiram entre si quanto ao grau de difusão apresentado, considerando-se o número de visualizações dos vídeos, depois de eliminados os vieses tempo de publicação e número de vídeos de cada categoria.

8.3.3.2 Histórico de publicação

Em relação ao ano de publicação dos vídeos, observou-se que os primeiros materiais foram postados em 2007. No ano seguinte, o número de vídeos encontrados aumentou de seis para 93, havendo uma queda em 2009. A partir de então, duas tendências foram observadas: aumento no número de postagens até 2011, ano de maior pico em todo o período, e declínio das publicações desse ano em diante. Esse histórico de postagens é apresentado na figura 22, que também mostra como variou o grau de relevância da química nos vídeos ao longo dos anos.

FIGURA 22. Grau de relevância da química dos vídeos analisados.



Vídeos categorizados quanto ao “grau de relevância da química” por ano de publicação. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Fonte: Própria autora.

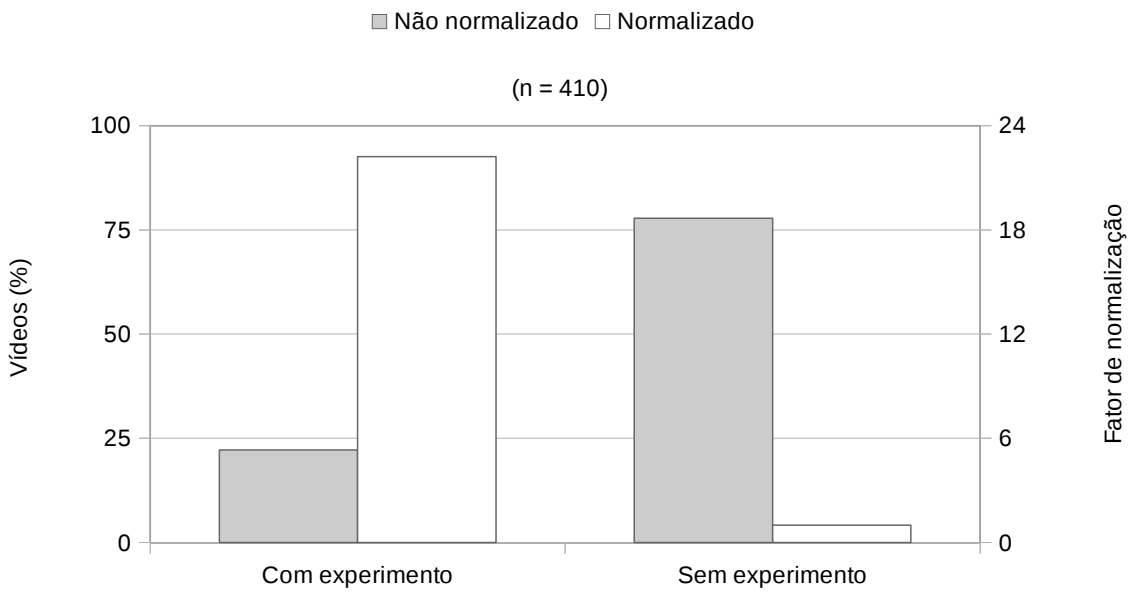
Na figura, é possível verificar que 2011 também foi o ano a partir do qual a porcentagem de vídeos com grau de relevância não nulo passou a ser, consistentemente, superior a 50%, ficando em torno de 70% de 2012 em diante. Nesse contexto, é válido lembrar que o Ano Internacional da Química (AIQ) foi comemorado em 2011, fato este que poderia explicar os resultados obtidos, muito embora materiais com referência explícita ao AIQ não tenham sido encontrados. Todavia, é plausível atribuir a esse evento não apenas o aumento no número de vídeos publicados, mas também o maior destaque da química nos vídeos postados a partir dessa data.

8.3.3.3 Vídeos com atividade experimental

Quanto aos tipos de conteúdos publicados, efetuou-se uma classificação dos mesmos conforme a presença ou ausência de atividades experimentais nos vídeos. Essa categorização incluiu somente aqueles vídeos com grau de relevância não nulo. Dos 410 vídeos que se enquadravam nessa categoria, 78% deles não apresentavam experimento. Entretanto, normalizando-se as visualizações, observou-se que os materiais com experimento eram aqueles com maior grau de difusão, com um F_N igual a 22, em contraste com os vídeos sem experimento, com um F_N igual a 2. Ou seja, os materiais com experimento foram muito mais visualizados do que aqueles sem experimento, independentemente do tempo de publicação e do número de

conteúdos em cada categoria. Esses resultados são mostrados na figura 23, com a porcentagem de vídeos em cada categoria, além dos respectivos valores de F_N.

FIGURA 23. Ocorrência de experimentos nos vídeos relacionados à química.



Vídeos com “grau de relevância da química não nulo” com e sem “experimentos” e os respectivos fatores de normalização de cada categoria. O eixo “Vídeos (%)” refere-se aos dados não normalizados e o eixo “Fator de normalização” refere-se aos dados normalizados. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Fonte: Própria autora.

O experimento parece ser a principal via para apropriação da química via YouTube, de acordo com tais resultados, que podem ser interpretados a partir de uma série de considerações.

Uma delas é o histórico de uso de vídeos para demonstrar experimentos e técnicas experimentais, que remonta à década de 1970, segundo Blonder et al. (2013). De acordo com os autores, as motivações encontradas pelos pesquisadores para substituir a execução do experimento presencial pela reprodução em vídeo incluem aspectos operacionais (falta de equipamento), de segurança (periculosidade do experimento), financeiros (custo do experimento) e metodológicos (melhor opção pedagógica).

Em relação à qualidade do aprendizado, a pesquisa de Erdmann e March (2014) reportou um efeito positivo do uso de vídeos para o aprendizado de uma técnica experimental. Segundo os autores, os estudantes que fizeram a atividade mostraram um aprendizado melhor da técnica em avaliação posterior. Para além da performance técnica, Teo et al. (2014) argumentaram que o uso de vídeos para demonstrar experimentos e técnicas experimentais pode melhorar o entendimento que os alunos têm da química.

A relevância da atividade experimental para o ensino da química foi corroborada por Hofstein (2004), ao revisar 30 anos de pesquisas sobre o papel do laboratório na educação em química. Segundo o autor, as aulas experimentais podem promover o desenvolvimento de inúmeras habilidades e competências fundamentais para o aprendizado da química, tais como a destreza na manipulação de equipamentos, a observação, a proposição de hipóteses, o raciocínio investigativo, entre outras.

A ideia de que a experimentação é a base da ciência química é recorrente também na mídia, segundo Schummer e Spector (2007). Os autores fizeram um estudo avaliando como diferentes áreas da ciência estariam retratadas em cartoons encontrados na internet. No trabalho, foi mencionado que 95% das imagens de “laboratório de pesquisa científica” analisadas estavam vinculadas à palavra-chave “chemistry”. Baseados nesse e em outros resultados, os pesquisadores apontaram a química como a principal ciência representante da atividade experimental.

A associação entre química e experimentação também é percebida na divulgação da química, já que várias ações do gênero fazem uso de atividades experimentais para popularizar a química. O exemplo mais recente e difundido dessa prática foi verificado no Ano Internacional da Química em 2011, quando foi planejado e executado o projeto “Experimento Global da Água” (“Global Water Experiment”), uma das principais iniciativas desenvolvidas pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) para celebrar a data.

Sugere-se também que a escolha do experimento como via de divulgação científica seja reflexo de uma possível associação entre atividade experimental e atividade lúdica. Nessa associação, comumente confere-se à primeira características da segunda, que incluem não apenas o caráter vivencial, mas também o prazer despertado por sua execução e o seu potencial para promover o aprendizado. Assim, a divulgação científica, enquanto parte do sistema de educação não formal, comporta bem a atividade experimental. Com efeito, neste trabalho, ressalta-se a baixa ocorrência de experimentação nos vídeos com conteúdos de aulas, dentro dos moldes do sistema de educação formal. Logo, a preferência por atividades experimentais nos vídeos pode ter origem no caráter lúdico passível de ser atribuído às mesmas.

Ainda segundo dados do Censo Escolar 2016 (QEdu Academia, 2018), somente 11% das escolas brasileiras dispõem de laboratório de ciências em suas dependências, número que diminui para 9% quando se consideram apenas as escolas públicas. Apesar de a presença de um laboratório não ser um pré-requisito para a prática experimental, é razoável admitir que a falta desse espaço nas escolas, somado a outros fatores, pode dificultar a execução de atividades experimentais nas aulas de ciência. Assim, a visualização de vídeos com experimentos pode ser uma alternativa capaz de atender a demanda gerada por esse público.

Uma vez que os vídeos com experimentos, além de apresentarem um grau de relevância não nulo, também possuem um grau de difusão maior do que aqueles sem experimentos, considera-se que eles constituem um material relevante para a realização de um estudo de caso.

Dessa forma, na próxima seção do trabalho, apresenta-se uma análise comparativa dos vídeos com atividades experimentais, contrapondo-se os vídeos mais publicados e aqueles mais difundidos, segundo a metodologia de análise desenvolvida.

8.3.4 Vídeos com experimentos: um estudo de caso

No quadro 13, é apresentado o perfil dos vídeos mais publicados e, paralelamente, é feito um comparativo com o perfil dos vídeos mais difundidos.

QUADRO 13. Vídeos com experimentos de química: perfil dos vídeos mais publicados e dos vídeos com maior grau de difusão.

Característica	Vídeos mais publicados	Vídeos mais difundidos
Postagem	Sites de divulgação científica	
Explicação	Sim	
Idioma	Português	
Duração	3 a 6 minutos	7 a 10 minutos
Mídia	Áudio	Áudio e texto
Materiais e reagentes acessíveis	Sim	Não
Conceito	Oxidorredução	Equilíbrio químico
Protagonista	Outro/sem identificação	Professor

Pela comparação dos perfis obtidos, observa-se que os vídeos mais publicados e os mais difundidos divergem em todos os descritores analisados, com exceção de “postagem”, “ocorrência de explicação” e “idioma”. As divergências encontradas, portanto, indicam que os vídeos mais publicados não são, necessariamente, aqueles que mais parecem despertar o interesse do público.

Sobre o perfil dos vídeos mais difundidos, é pertinente considerar que os descritores avaliados podem ter impactos diferentes no grau de difusão dos vídeos, de acordo com o valor de F_N obtido para cada categoria dentro de um mesmo descritor. Assim, por exemplo, vídeos com duração de 7 a 10 minutos foram os mais difundidos, mas a diferença para a categoria 3 a 6 minutos não foi tão expressiva, comparando-se os respectivos F_N. Além disso, é importante ponderar as relações observadas entre determinadas categorias, que foram identificadas pela análise de co-ocorrência das mesmas, pois os vídeos com 7 a 10 minutos, por exemplo, diferenciaram-se de outros em quesitos como a participação de professor e a ocorrência de explicação, o que relativiza o impacto do tempo na difusão do vídeo.

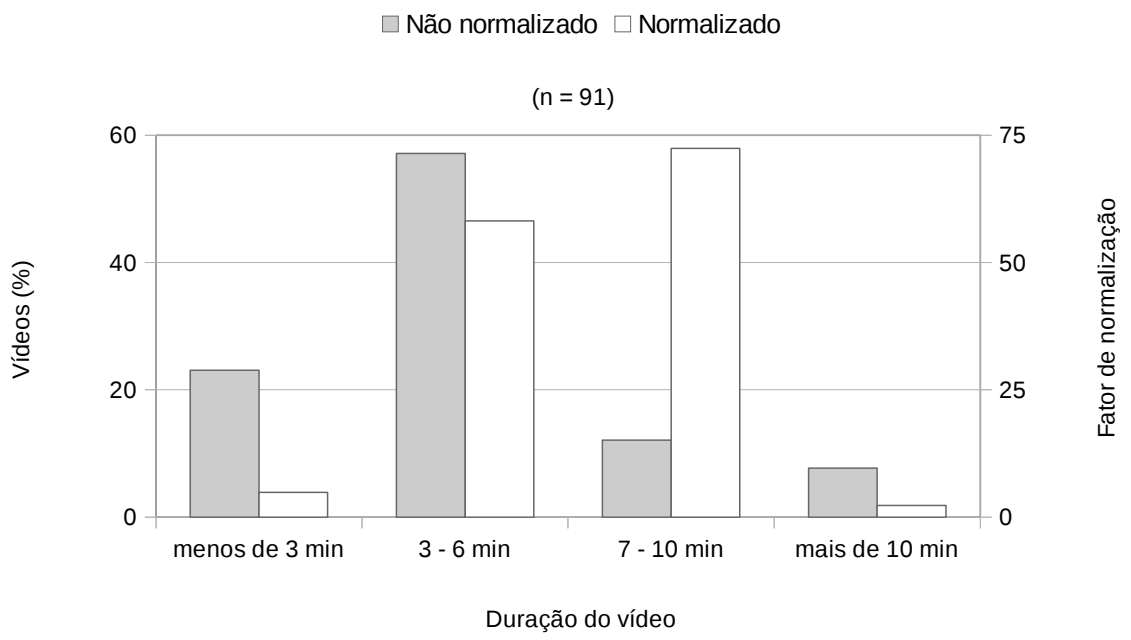
As próximas seções do capítulo são destinadas à caracterização detalhada dos vídeos com atividade experimental, com a indicação da frequência de ocorrência das categorias definidas para análise dos vídeos, bem como os respectivos fatores de normalização obtidos. Adicionalmente, é apresentada a análise da frequência de co-ocorrência de determinadas categorias de vídeos.

8.3.4.1 Caracterização geral dos vídeos com experimentos

Um dos aspectos analisados nos vídeos com experimentos foi o idioma em que eram apresentados o texto e/ou o áudio do material publicado. Essa categorização foi efetuada porque parte dos resultados encontrados na busca estava em espanhol, embora se tenha pesquisado a página brasileira da plataforma YouTube. Deve-se lembrar, neste ponto, que a palavra “química” existe tanto em português quanto em espanhol. Assim, foi observado que o português foi o idioma da maior parte (73%) dos vídeos e, em relação ao grau de difusão, esses vídeos também foram os mais difundidos, com um valor de F_N igual a 55, frente a um valor de F_N igual a 11 para os vídeos em espanhol. É possível atribuir tais resultados ao uso da página brasileira do YouTube, que, em sua maior parte, deve reunir vídeos em português e, por consequência, deve apresentar uma maior demanda por vídeos com esse idioma.

Os vídeos com experimentos também foram analisados quanto à sua duração. Os resultados mostraram que mais de 90% dos vídeos apresentaram duração de até 10 minutos. Mais especificamente, a maior parcela dos vídeos (57%) concentrou-se no intervalo de 3 a 6 minutos de duração, como se pode observar na figura 24.

FIGURA 24. Duração dos vídeos analisados.



Vídeos com “grau de relevância da química não nulo” categorizados quanto à “duração” e os respectivos fatores de normalização de cada categoria. O eixo “Vídeos (%)” refere-se aos dados não normalizados e o eixo “Fator de normalização” refere-se aos dados normalizados. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Fonte: Própria autora.

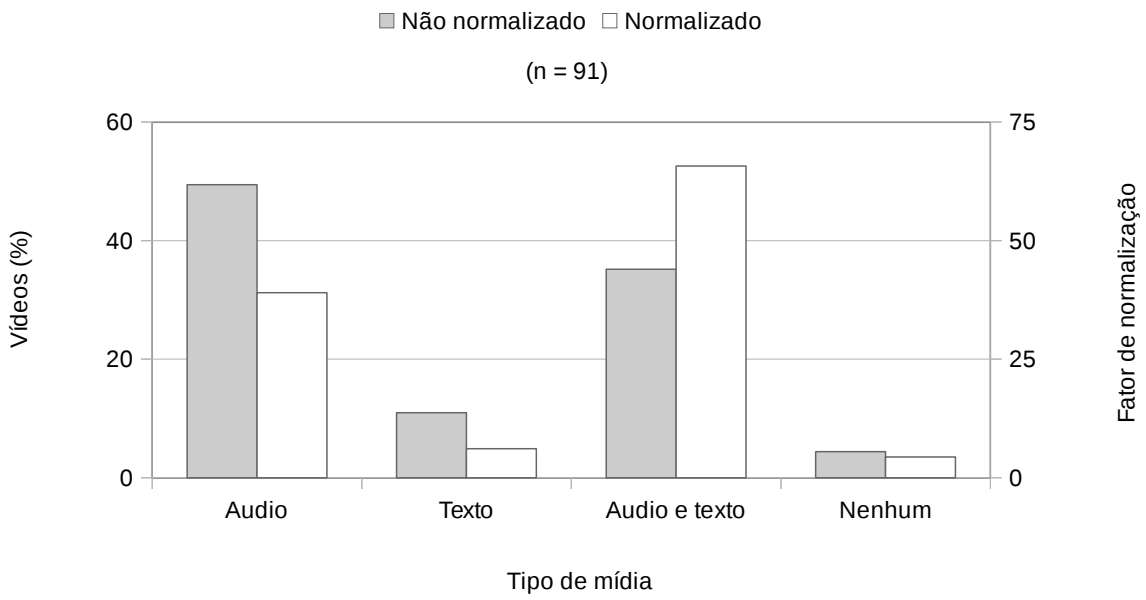
A publicação de conteúdos de curta extensão (espacial ou temporal) também é observada em outras mídias sociais. No Twitter, por exemplo, o uso de mensagens breves é uma imposição da própria plataforma, que limita a 280 caracteres o tamanho de cada postagem. No Facebook, embora não existam restrições do gênero, sabe-se que o número de “curtidas”, “comentários” e “respostas a enquetes” por postagem diminui conforme se aumenta a extensão da mensagem (Track Social, 2012). A preferência por conteúdos de curta duração pode estar associada à abundância de informações publicadas nas mídias sociais e em outros canais de comunicação em geral. Aspectos relacionados à quantidade e ao consumo de informações têm sido tratados dentro da lógica da “economia da atenção”, uma matriz conceitual que discute, entre outras questões, como a atenção do público tem sido cada vez mais valorizada diante de uma quantidade crescente de informações à sua disposição (Davenport; Beck, 2001). Seguindo esse raciocínio, é válido admitir que o tempo dedicado ao consumo de uma informação também deve ser valorizado, principalmente quando são muitas as opções existentes. Isso explicaria, ao menos em parte, a ocorrência elevada de conteúdos pouco extensos, em comparação àqueles mais longos, que demandam maior tempo do público para visualizá-los.

No entanto, apesar de serem mais recorrentes, os vídeos de 3 a 6 minutos de duração apresentaram um grau de difusão inferior (F_N = 58) aos vídeos com 7 a 10 minutos (F_N = 72), que foram aqueles com maior número de visualizações, considerando-se tanto o tempo de publicação quanto o número de vídeos em cada categoria. Uma análise mais detalhada dos vídeos com duração de 7 a 10 minutos revelou que todos eles apresentaram explicação para o experimento exibido e a maior parte deles (54%) contou com a participação de um professor na execução do experimento. Tais fatores podem representar um atrativo mais relevante para esses vídeos que o tempo de duração.

Para além dessas questões, cabe salientar que o desafio de se produzir e divulgar conteúdos de boa qualidade e de forma sucinta não é novo, mas tem se mostrado cada vez mais presente. Um concurso promovido pela American Chemical Society para divulgar a química ilustra bem esse desafio. Lançada em 2014, a competição “Chemistry Champions” convida pesquisadores da química a produzirem um vídeo divulgando suas pesquisas acadêmicas para o público leigo (ACS, 2016). Os vídeos submetidos têm até 3 minutos de duração e são postados no YouTube para posterior avaliação de sua qualidade (YouTube, 2016). Concurso semelhante tem sido promovido pela rede Euraxess – Pesquisadores em Movimento, comissão europeia que tem como objetivo fomentar a mobilidade internacional de cientistas. Tal como no concurso da ACS, o desafio proposto aos pesquisadores é o de produzir um vídeo de curta duração (até 5 minutos) sobre seus projetos de pesquisa (Euraxess, 2017). O compromisso entre tempo e qualidade da informação, portanto, é um ponto comum às duas iniciativas. No entanto, mesmo que não haja limite de tempo para os vídeos postados no YouTube, é válido assumir que o tempo constitui um aspecto importante a ser considerado quando se pretende que o vídeo alcance um público mais amplo.

Outro aspecto avaliado foi o tipo de mídia utilizada no vídeo para descrever e/ou explicar o experimento. Como mostrado na figura 25, a maior parte (49%) dos vídeos fez uso de áudio para transmitir informações sobre o experimento. Apenas 11% dos vídeos fizeram uso de texto isoladamente e 35% corresponderam ao uso associado de áudio e texto. Os demais vídeos apresentaram apenas imagens de experimentos, com caráter meramente ilustrativo.

FIGURA 25. Tipo de mídia associada aos experimentos.



Vídeos com “grau de relevância da química não nulo” categorizados quanto ao “tipo de mídia” associada e os respectivos fatores de normalização de cada categoria. O eixo “Vídeos (%)” refere-se aos dados não normalizados e o eixo “Fator de normalização” refere-se aos dados normalizados. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Fonte: Própria autora.

Sobre esses resultados, é possível entender que o uso de um tipo ou outro de mídia na produção do vídeo pode ser decorrente de aspectos operacionais. A falta de áudio pode ser atribuída a problemas na filmagem e/ou à falta de equipamento adequado para captação de áudio, em especial de qualidade satisfatória. Já o uso do texto, na forma de legendas ou slides, por exemplo, requer a necessidade de editar o vídeo, o que pode representar um empecilho para quem não sabe como fazer tais edições ou pode, também, ser considerado dispensável por quem produziu o vídeo. Além disso, é necessário considerar que a classificação dos vídeos levou em conta também a presença de textos no espaço destinado à descrição do vídeo, caso os mesmos tivessem como propósito descrever e/ou explicar o experimento. Nesse caso, é possível, inclusive, que o uso de texto fora do arquivo de vídeo pudesse representar uma estratégia para produzir conteúdos mais completos, sem estender demasiadamente a duração do vídeo.

Quanto ao grau de difusão dos vídeos, observou-se uma tendência diferente. Os vídeos com áudio e texto associados apresentaram um valor de fator de normalização superior (F_N = 66) em comparação àqueles com áudio, exclusivamente (F_N = 39). Tal resultado pode ser interpretado como uma maior demanda do público por vídeos que usem as duas mídias, texto e áudio, para demonstrar experimentos. O texto junto ao áudio pode ser uma forma de contornar problemas com a baixa qualidade do áudio, enfatizar uma parte do procedimento e/ou da explicação ou, ainda, ser um complemento ao vídeo, que, por limitações de tempo, ou por outras circunstâncias, não apresentou todas as informações que se julgavam necessárias. Outra explicação plausível baseia-se na teoria da aprendizagem multimídia, que salienta a importância do estímulo combinado dos canais auditivo (com palavras faladas) e visual (com imagens e palavras escritas) para o aprendizado (Mayer, 2003). Por essa teoria, a seleção, a organização e a integração de informações oriundas de diferentes mídias são processos necessários para um aprendizado mais eficiente.

8.3.4.2 Quem protagoniza e quem divulga os vídeos com experimentos

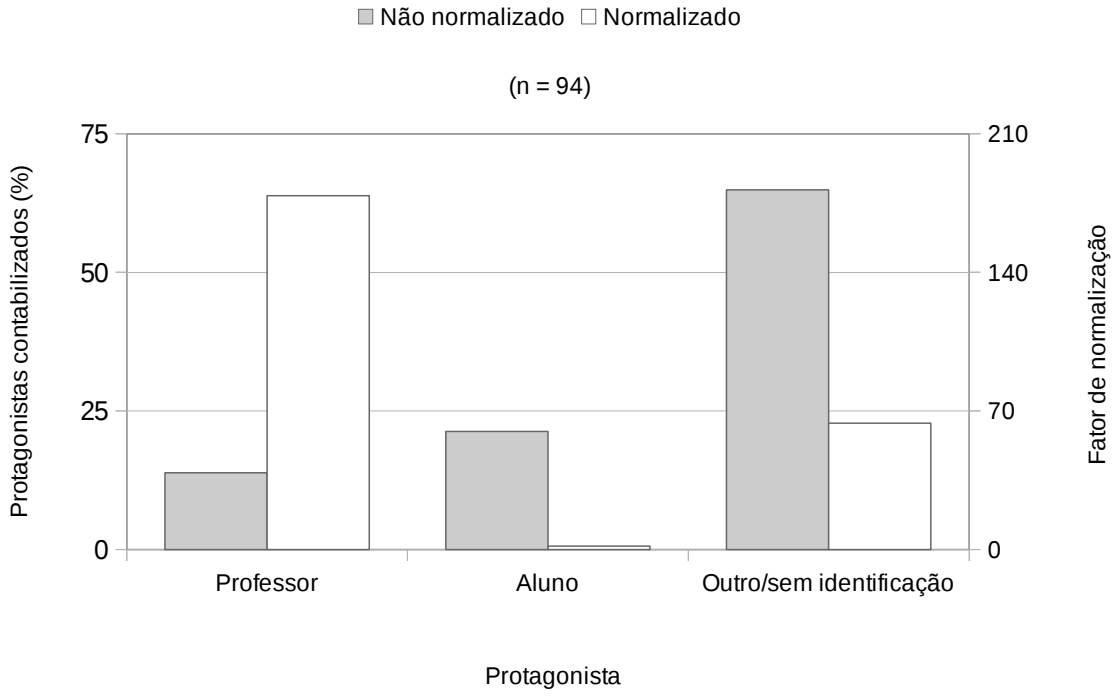
Posto que a publicação de vídeos no YouTube é permitida a qualquer usuário cadastrado na plataforma, a mesma apresenta-se como uma via de divulgação científica acessível e direta para diferentes perfis de usuários, que podem publicar o próprio material de divulgação, com autonomia para abordar o conhecimento científico da forma que considerarem mais adequada e conveniente. Alternativamente, tal autonomia também está presente na escolha dos vídeos a serem postados, nos casos em que os conteúdos foram produzidos por terceiros.

Nesse contexto, foi classificada a autoria de quem executava os experimentos nos vídeos. Nessa análise, as duas principais categorias propostas foram “professor” e “aluno”. Entretanto, na análise dos dados, verificou-se que, em apenas 35% dos vídeos, o experimento demonstrado era executado por professores ou alunos, como mostrado na figura 26. Admite-se que, apesar da alta popularidade do YouTube e do crescente uso educacional dessa plataforma, a mesma ainda seja pouco explorada para a educação em química[34], especialmente para um ensino centrado na experimentação em química.

---

34 Tal ponderação toma como parâmetro apenas os vídeos com experimentos. Convém lembrar que as vídeo-aulas, de caráter essencialmente expositivo e teórico, corresponderam a mais da metade dos vídeos com grau de relevância da química não nulo.

FIGURA 26. Protagonista dos vídeos analisados.



Vídeos com “grau de relevância da química não nulo” categorizados quanto à autoria de quem executa o experimento (“protagonista”) e os respectivos fatores de normalização de cada categoria. Até dois protagonistas poderiam ser assinalados por vídeo. O eixo “Protagonistas contabilizados (%)” refere-se aos dados não normalizados e o eixo “Fator de normalização” refere-se aos dados normalizados. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Fonte: Própria autora.

Lee e Lehto (2013) analisaram a aceitação do YouTube como ferramenta de aprendizado. Os sujeitos participantes do estudo foram solicitados a pesquisar e visualizar vídeos que ensinassem algum tipo de tarefa procedimental (como trocar um pneu ou fazer um curativo, por exemplo) e, em seguida, a responderem um questionário com escala Likert avaliando a experiência. O instrumento de medida e a análise dos dados basearam-se em um modelo de aceitação de tecnologias. Os resultados principais da pesquisa apontaram que a percepção de utilidade da tecnologia e a satisfação do usuário em relação à mesma foram os fatores que influenciaram significativamente o score de aceitação ao YouTube, mas a percepção de facilidade do uso não exerceu influência sobre tal aceitação.

Utilizando um outro modelo teórico, Jung e Lee (2015) também pesquisaram a aceitação do YouTube para ensino e aprendizado entre alunos e professores dos Estados Unidos e do Japão. No questionário aplicado, quatro fatores apareciam como preditores de aceitação do uso do YouTube: expectativa de melhora no desempenho com o uso da plataforma; expectativa de esforço requerido; condições que facilitam o uso; e influência social para usá-lo. Os resultados apontaram que a aceitação do YouTube para finalidades educacionais mostrou-se maior entre

professores do que entre alunos e também foi maior entre os norte-americanos do entre os japoneses, indicando um efeito cultural. Além disso, a aceitação foi influenciada mais pela expectativa de melhora de desempenho entre os professores e mais pela influência social entre os alunos. Outro achado relevante é que a “expectativa de esforço requerido” não se mostrou um fator importante para nenhum grupo avaliado, sinalizando que o YouTube foi considerado uma tecnologia de fácil utilização pelos respondentes, tal como no estudo anteriormente reportado.

Embora seja percebido como fácil nessas pesquisas, o uso da plataforma YouTube pode ser mais complexo quando se entende que, no contexto educacional, o conhecimento tecnológico não deve ser dissociado do conhecimento pedagógico e do conteúdo a ser ensinado. A interseção entre esses três conhecimentos constitui o Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK), uma ampliação do termo PCK, originalmente proposto por Shulman (1986). Para esse autor, além de dominar o conteúdo a ser ensinado, o professor deve ter conhecimento das formas mais adequadas para abordá-lo frente aos alunos, considerando aspectos como estratégias e recursos didáticos, por exemplo. Ao sugerir a incorporação da dimensão tecnológica ao PCK, Mishra e Koehler (2006) argumentaram que os professores precisam saber como utilizar as tecnologias de forma apropriada na sua prática de ensino, o que seria diferente de saber utilizá-las para uso pessoal.

No caso específico do YouTube, seu uso educacional pode exigir mais do que a pesquisa, postagem e visualização de vídeos. Segundo Blonder et al. (2013), a utilização de vídeos no ensino de química requer do professor conhecimentos sobre como incorporá-los em suas aulas, em termos metodológicos, e sobre como produzi-los e editá-los. Essa falta de conhecimento, somada às condições de trabalho desfavoráveis a que muitos professores estão sujeitos, pode levá-los a preterirem essa tecnologia ou utilizarem a mesma de modo inadequado.

Pode-se assumir, também, que o uso de uma mídia social como ferramenta de ensino ainda seja visto com reserva, considerando-se fatores como a exposição que o material publicado pode ter, sobretudo com a opção de compartilhamento dos vídeos, e o caráter informal das mídias sociais, contrastando com a formalidade das aulas tradicionais. Esse receio, associado à dificuldade inerente ao uso educacional de vídeos, pode resultar em um menor número de professores e alunos participando de vídeos, incluindo, como no caso deste estudo, os vídeos com experimentos.

Por outro lado, também foram identificados vídeos em que o indivíduo que fazia o experimento não era nem professor nem aluno. O exemplo mais notório foi de uma série de vídeos com experimentos de química que eram demonstrados por um jornalista, vinculado ao site “Manual do Mundo”, que trata de divulgação científica, entre outros assuntos. Alternativamente, em muitos outros casos, não foram obtidos quaisquer indícios sobre a autoria de quem estava realizando o experimento. Algumas vezes, aliás, a imagem focalizava tão somente as mãos de quem fazia o experimento, sem a apresentação pessoal de quem o

demonstrava. A aparente falta de preocupação com essa questão pode estar relacionada ao caráter informal e não profissional de muitos vídeos postados no YouTube ou, ainda, pode ser vinculada a uma visão parcial da atividade experimental, que muitas vezes é entendida como uma série de procedimentos a serem seguidos de forma mecânica, sem que isso requeira reflexão ou cuidados específicos na execução.

Quando se analisou o grau de difusão dos vídeos, foi observado que os vídeos em que havia um professor executando o experimento eram os mais difundidos (F_N = 179). Nessa categoria, destacaram-se os vídeos com a participação de um professor universitário, bastante atuante na área de divulgação da química[35], e os vídeos de um programa televisivo com foco na preparação para o vestibular, em que uma professora dá aulas de química e, eventualmente, realiza demonstrações de experimentos[36]. O maior grau de difusão dos vídeos com professores realizando os experimentos pode significar que tais conteúdos apresentam maior credibilidade por ser um professor o sujeito que demonstra o experimento.

Com os alunos executando o experimento, o grau de difusão foi o mais baixo entre as três categorias (F_N = 2). É interessante mencionar que, no caso dos alunos, nota-se que os vídeos provavelmente foram produzidos para atender uma demanda escolar, conforme indicam algumas particularidades encontradas em muitos desses vídeos: menção ao professor que solicitou a atividade; execução em grupos de alunos, com a nomeação dos membros e da respectiva classe; e realização de experimentos simples, de fácil execução e com materiais acessíveis. Nos casos em que a produção dos vídeos tem o propósito de atender unicamente uma demanda da escola, é compreensível que a difusão dos conteúdos seja mais limitada, alcançando um público que está mais restrito ao ambiente escolar dos alunos que os produziram. Admite-se também que, nessas circunstâncias, os alunos apropriam-se da química muito mais como uma disciplina escolar do que como ciência.

A despeito desse baixo grau de difusão, salienta-se que a produção de vídeos como tarefa escolar apresenta uma boa receptividade entre os estudantes. Dentre os motivos para essa avaliação positiva, pode-se citar: a produção de vídeos é vista como uma atividade muito mais agradável do que outras abordagens de ensino tradicionais (Smith, 2014); esse tipo de trabalho permite que os alunos usem tecnologias com as quais eles já estão familiarizados e que gostariam de utilizar mais (Benedict; Pence, 2012); a criação dos vídeos aumenta o comprometimento dos alunos com o próprio aprendizado e os ajuda a entender melhor os conceitos de química (Franz, 2012); a produção de vídeos é uma estratégia de ensino capaz de impactar, positivamente, o desempenho dos alunos nas avaliações (Lichter, 2012).

---

35 O professor chama-se Alfredo Luis Martins Lameirão Mateus e um dos vídeos analisados que contou com sua participação foi “Como fazer um CUPCAKE QUÍMICO - Experimento de Química Fácil” (YouTube, 13 jan. 2015).

36 A professora Simone Morgado ministra aulas de química no programa “Vestibulando Digital” e um dos vídeos analisados que contou com sua participação foi “Vestibulando Digital Química I Aula 14 Cinética Química” (YouTube, 24 nov. 2012).

Quanto à classificação dos vídeos segundo a postagem dos conteúdos, a principal tendência verificada foi a de institucionalização dessas publicações, considerando-se que a maior parte dos vídeos com experimentos (48%) foi postada por sites de divulgação científica e que foram esses os vídeos mais difundidos também (F_N = 88). A segunda e a terceira categorias com maior frequência de ocorrência foram respectivamente, “outro/sem identificação” (32%, F_N = 2) e “aluno” (13%, F_N = 1).

Em relação aos sites, os mesmos costumam estar presentes em mais de uma mídia social, como Twitter, Facebook e blogs, o que pode contribuir para disseminar os vídeos, originalmente publicados no YouTube. Nessa plataforma, aliás, é possível utilizar recursos como a criação de playlists, um meio de organizar de forma temática os vídeos publicados. Esse recurso pode ser uma ferramenta de trabalho importante quando a publicação de vídeos é feita em grande quantidade e com alta frequência. Adicionalmente, conforme observado no presente estudo, esses sites tendem a fazer mais uso de estratégias que potencialmente ampliam o grau de difusão de suas publicações. Há solicitações explícitas para que o vídeo seja curtido, comentado e/ou compartilhado, há links para outros vídeos do próprio site e há referências para outras mídias sociais nas quais o site está presente. Também cabe salientar que os proprietários dos canais mais populares do YouTube, ao receberem patrocínio de empresas ou pagamento do próprio YouTube, conseguem monetizar seus vídeos e, com isso, investir ainda mais na produção dos seus conteúdos.

Esses fatores podem contribuir para aumentar o grau de difusão desses vídeos, gerando uma demanda de público que, de outro modo, poderia ser menor. Welbourne e Grant (2016) concordam que os vídeos profissionais contam com recursos que podem lhe render maior qualidade técnica, bem como produção de conteúdos em maior escala e com maior regularidade. Porém, ao compararem a popularidade de vídeos de divulgação científica feitos por iniciativas individuais e por iniciativas profissionais, os autores verificaram que estes apresentavam um menor grau de popularidade em relação aos primeiros.

Em contrapartida, os vídeos postados por professores e alunos são, frequentemente, vídeos pontuais, em termos de divulgação da química, sem informação detalhada sobre quem fez a postagem. Quando há outros vídeos postados, não raro eles versam sobre conteúdos diversos, relacionados aos interesses do professor ou aluno, sem foco exclusivo na química ou, de modo geral, na ciência. Assim, a falta de regularidade nas publicações e o baixo número de conteúdos com foco específico em química parecem ser fatores limitantes na difusão dos vídeos publicados por iniciativas individuais, no caso, por alunos e professores. Entretanto, é importante reiterar que a postagem dos vídeos por professores e alunos não é feita, necessariamente, com o propósito de atingir grandes audiências; ao contrário, a publicação de determinado vídeo no YouTube pode ser tão somente uma forma de disponibilizar um material para um público alvo específico.

Apesar da menção à institucionalização dos vídeos com experimentos, deve-se enfatizar a ocorrência de apenas dois vídeos postados por instituições de ensino e/ou cultural: um deles postado por um museu de ciência e tecnologia, que continha apenas imagens descontextualizadas de experimentos químicos[37], e outro postado por uma escola, como forma de divulgar a "Semana de Física e Química" promovida pela instituição[38]. Isso pode representar um baixo envolvimento das instituições de ensino e cultura na divulgação da química, especialmente por meio de vídeos com demonstrações experimentais. Acredita-se que esse baixo envolvimento possa ser decorrente, dentre outros fatores, da falta de interesse dos pesquisadores associados, da resistência ao uso profissional das mídias sociais e, no caso específico das demonstrações experimentais, da falta de condições operacionais para executar esse tipo de atividade, como a existência de local e equipamentos apropriados e equipe técnica capacitada.

Na contramão desses resultados, é possível encontrar universidades que já incorporaram o uso de vídeos em sua prática de ensino, ainda que em disciplinas específicas, seja em situações em que os alunos produzem o vídeo, seja em contextos em que os alunos assistem a vídeos produzidos por terceiros. Um exemplo é a Universidade de Califórnia, em que estudantes de química produziram vídeos demonstrando técnicas básicas de química orgânica experimental (Phys.org, 2007). Os vídeos foram postados no YouTube pela instituição e servem como suporte aos alunos para as aulas práticas da disciplina. Benedict e Pence (2012) relataram a produção de vídeos por alunos nas disciplinas de química analítica e química geral. Nos vídeos, os alunos deveriam mostrar como se faz uma titulação e como utilizar equipamentos analíticos, como cromatógrafo e espectrômetro. Os trabalhos foram postados no YouTube e aqueles mais bem avaliados foram usados durante as aulas das disciplinas. Outra experiência pedagógica interessante foi reportada por Teo et al. (2014), com o uso de vídeos de técnicas experimentais nas aulas de química orgânica e inorgânica. Segundo os autores, a proposta dos cursos era otimizar o tempo em aula e, mais especificamente, no laboratório, uma vez que a visualização dos vídeos em período extraclasse aumentaria o tempo para discussão sobre o experimento realizado.

Considerando-se a importância da atividade experimental para o ensino de química e o interesse que ela desperta no público geral, acredita-se que o engajamento dessas instituições em iniciativas similares poderia ter implicações muito positivas. Por um lado, contribuiria para tornar a atividade experimental mais significativa para os estudantes, de qualquer nível de ensino; por outro lado, com enfoque no público geral, as instituições acadêmicas exerceriam um papel relevante na divulgação da química.

---

37 O museu é o Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya, que publicou o vídeo "Reacciones químicas" (YouTube, 21 dez. 2007).

38 A escola é o Instituto de Enseñanza Secundaria Delgado Hernández, que publicou o vídeo "40 Experimentos de Química en el Instituto" (YouTube, 29 abr. 2012).

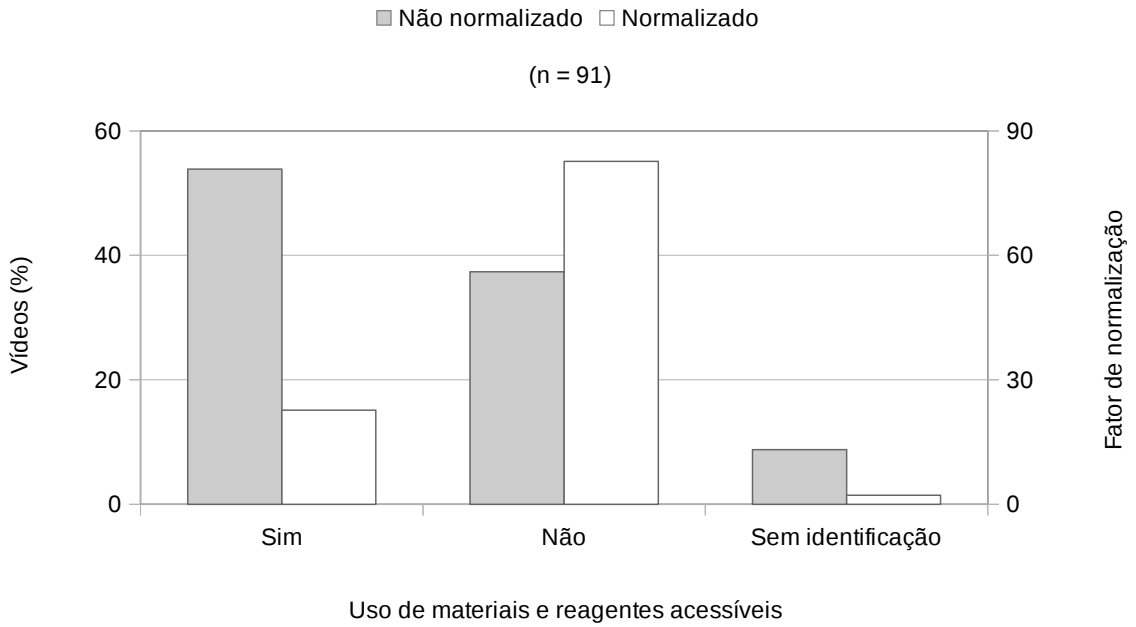
Além da frequência de ocorrência das categorias previstas nos descritores “protagonista” e “postagem”, calculou-se a frequência de co-ocorrência dessas categorias. Especificamente em relação aos alunos e professores, como sujeitos que aparecem executando experimentos, ressalta-se que, dos 13 vídeos com professores, nenhum foi postado por professor; por outro lado, dos 20 vídeos com alunos, 10 foram postados por alunos. Os resultados dessa análise destacam que a participação em um vídeo, a sua produção e a sua postagem no YouTube podem ser ações totalmente dissociadas uma da outra. Nesse sentido, eles também sugerem que, ao menos no contexto educacional, os professores podem ter menos controle sobre a veiculação de sua imagem nos vídeos do que os alunos. Tal observação pôde ser feita já na análise dos tipos de vídeos com grau de relevância da química não nulo. Durante essa classificação, verificou-se a ocorrência de muitos vídeos de aula, cuja postagem fora feita por instituições de ensino, por exemplo. Mesmo nos casos em que os professores são identificados nos conteúdos, a postagem dos vídeos por terceiros aumenta a importância de que os professores e quaisquer outros sujeitos que participem do vídeo recebam os devidos créditos pelas funções desempenhadas. Reitera-se, mais uma vez, que os dados de postagem, assim como de autoria dos participantes, são de difícil análise, pois muitos vídeos do YouTube apresentam informações de identificação pouco claras ou incompletas. A despeito disso, admite-se que são plausíveis as proposições feitas a partir dos resultados obtidos.

Ainda sobre os professores, destaca-se que os mesmos postaram e protagonizaram apenas 4% e 14% dos vídeos, respectivamente. Diante desses dados, sugere-se que os professores poderiam ampliar o uso do YouTube como ferramenta educacional para tratar de química, sobretudo por meio da experimentação. Em um contexto mais amplo, sugere-se que os professores poderiam explorar mais a autonomia que o uso do YouTube confere aos seus usuários para produção e divulgação de conteúdos. Para esse público, trata-se de uma oportunidade interessante de assumir o papel de autor dos próprios conteúdos, abordando a experimentação em química conforme sua proposta pedagógica, seja no âmbito da educação formal, seja para fins de divulgação científica. Todavia, como já foi mencionado, para muitos professores faltam conhecimentos e condições de trabalho adequadas que lhes permitam desenvolver seus próprios materiais.

8.3.4.3 Execução e significação dos experimentos

Foi avaliado o uso de materiais e reagentes acessíveis na execução dos experimentos, levando-se em conta fatores como facilidade de aquisição, custo e periculosidade. Os resultados dessa análise são mostrados na figura 27, na qual se observa que, em 54% dos vídeos, foram utilizados materiais e reagentes considerados acessíveis. Em sua maioria, eles poderiam ser adquiridos em supermercados, farmácias e papelarias (como tintura de iodo, alimentos, vinagre, água oxigenada, soda cáustica etc), sendo empregados em procedimentos experimentais de risco baixo, desde que seguidos cuidados mínimos de segurança.

FIGURA 27. Uso de materiais e reagentes acessíveis nos experimentos.



Vídeos com “grau de relevância da química não nulo” categorizados quanto ao “uso de materiais e reagentes acessíveis” e os respectivos fatores de normalização de cada categoria. O eixo “Vídeos (%)” refere-se aos dados não normalizados e o eixo “Fator de normalização” refere-se aos dados normalizados. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Fonte: Própria autora.

Na literatura de educação em ciências, são descritas várias atividades experimentais com baixo custo, muitas vezes motivadas pela falta de equipamentos e reagentes nas escolas. Outras atividades caracterizam-se pelo baixo risco e, por conta disso, adequam-se tanto ao ambiente escolar quanto extraclasse. As propostas de “experimentos caseiros” são comumente encontradas em materiais paradidáticos, elaborados com o objetivo não apenas de ensinar ciência, mas também de despertar o interesse de crianças e jovens pela ciência.

Os vídeos com experimentos que não utilizam materiais e reagentes acessíveis corresponderam a uma fração menor (37%) do total analisado, mas foram esses vídeos que

apresentaram um maior grau de difusão, com um valor de F_N igual a 83, frente a um valor de F_N igual a 23 para a outra categoria. Nos experimentos que não utilizam materiais e reagentes acessíveis, verificaram-se, por exemplo, a ocorrência de reação de combustão e o uso de reagentes como dicromato de amônio, ácido sulfúrico, isocianato, entre outros. Logo, esses resultados mostram que, embora haja um maior número de vídeos com experimentos de fácil execução, os vídeos mais visualizados são aqueles com experimentos de difícil realização, segundo os critérios de classificação empregados neste estudo.

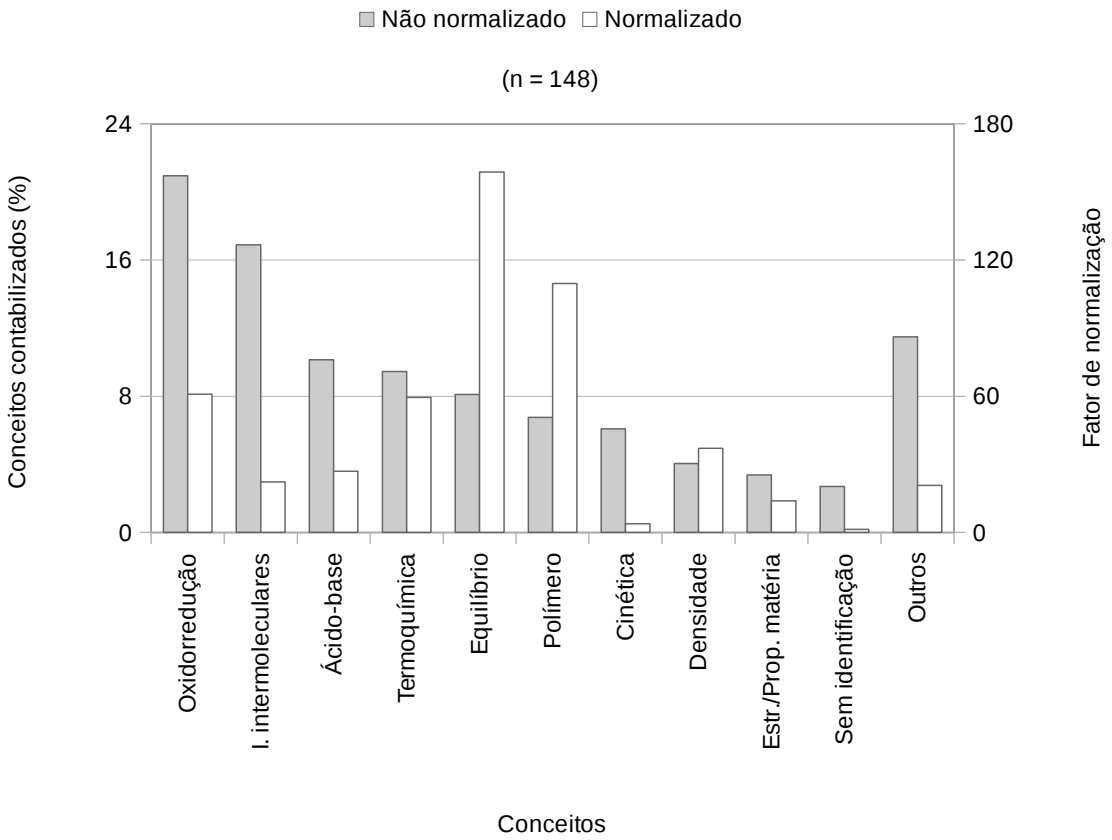
É possível que tais resultados signifiquem o maior interesse do público por visualizar esses tipos de experimentos, que não podem ser feitos tão facilmente em casa ou mesmo na escola. Dentre as várias possibilidades de uso para os vídeos no ensino de química, destaca-se a demonstração de experimentos que não poderiam ser feitos presencialmente durante a aula, por aspectos que envolvem custo, falta de condições adequadas e/ou periculosidade (Blonder et al., 2013; Laroche; Wulfsberg; Young, 2003). Além disso, muitos dos experimentos de difícil execução apresentam um maior apelo visual, com evidências mais atrativas de transformações químicas, especialmente quando rápidas, como mudança de cor e produção de fogo (como no experimento conhecido como “vulcão de dicromato”, no qual se realiza a decomposição do dicromato de amônio), o que também pode despertar o maior interesse do público.

Além disso, foi feita a análise de co-ocorrência das categorias previstas nos descritores “protagonista” e “uso de materiais e reagentes acessíveis”. De acordo com a análise, 89% dos vídeos protagonizados por “aluno” apresentavam experimentos que envolviam materiais e reagentes acessíveis; esse número é de 17% para os vídeos protagonizados por “professor”. Como seria esperado, os resultados obtidos mostraram que os alunos tendem a fazer experimentos mais simples, como medida de pH com suco de repolho roxo, produção de pilha de limão e separação de misturas heterogêneas, por exemplo. Isso é compreensível principalmente nas situações em que os alunos realizam os experimentos em casa, sem a supervisão de um professor, condição bastante frequente nos vídeos analisados. Por outro lado, em vídeos que mostram professores executando o experimento, foi bem mais frequente o uso de materiais e reagentes não acessíveis.

Em relação à atribuição de significado aos experimentos, o primeiro ponto analisado foi o conceito científico que poderia ser explorado a partir do que era exibido nos experimentos. É importante frisar que os vídeos não mencionavam, necessariamente, conceitos científicos, de modo que foi parte do trabalho de classificação definir os principais conceitos subjacentes a cada experimento. Os resultados obtidos nessa análise são mostrados na figura 28. Os dois conceitos mais frequentemente abordados nos vídeos foram “oxidorredução” (21%) e “interações intermoleculares” (17%). Reações de oxidorredução foram demonstradas em experimentos como a produção de pilhas, a comparação da reatividade de metais e a oxidação do azul de metileno pelo oxigênio do ar, por exemplo. Já a categoria interações intermoleculares abrangeu uma gama de experimentos bem mais variados, uma vez que outros conceitos, como

solubilidade, misturas e tensão superficial, por exemplo, podem ser explicados a partir das interações. Exemplos de experimentos envolvendo esse conceito incluíram o teste da gasolina adulterada, a formação de cristais, a separação de pigmentos por cromatografia, a ação do detergente na água, entre outros.

FIGURA 28. Conceitos abordados nos experimentos.



Vídeos com “grau de relevância da química não nulo” categorizados quanto aos “conceitos” abordados no experimento e os respectivos fatores de normalização de cada categoria. Até três conceitos poderiam ser assinalados por vídeo. Abreviações: I. intermoleculares: Interações intermoleculares; Estr./Prop. matéria: Estrutura ou propriedade da matéria. O eixo “Conceitos contabilizados (%)” refere-se aos dados não normalizados e o eixo “Fator de normalização” refere-se aos dados normalizados. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.

Na análise do grau de difusão dos vídeos, “equilíbrio químico” foi o conceito abordado com maior frequência nos vídeos mais difundidos (F_N = 159). Os experimentos dessa categoria trataram, basicamente, de equilíbrios do tipo “ácido-base” e “redox”. Entre os primeiros, os mais recorrentes foram as reações de ácido acético com carbonato/bicarbonato. Como equilíbrio redox, pode-se citar os experimentos conhecidos como “garrafa azul” e “relógio de iodo”, que exploram, respectivamente, o equilíbrio entre as formas oxidada e reduzida do azul de metileno e o equilíbrio entre iodo e íons iodeto. O segundo conceito mais recorrente nos vídeos com maior grau de difusão foi “polímero”, incluindo tanto os polímeros naturais quanto os sintéticos,

em experimentos como a síntese de poliuretano, a produção de plástico com caseína e a dissolução do isopor com acetona, por exemplo.

Também se analisou nos vídeos se os experimentos exibidos eram explicados, quanto aos eventos observados, ainda que minimamente e de forma bastante simplificada. É preciso enfatizar que indicações de referências onde a explicação do experimento poderia ser encontrada não foram consideradas. De acordo com os resultados obtidos, a maioria dos vídeos (75%) apresentou alguma explicação para os experimentos demonstrados, incluindo os casos em que a explicação estava contida no espaço destinado à descrição do vídeo e não no vídeo propriamente. A minoria dos vídeos (25%), portanto, não apresentou explicação e, dentre eles, alguns exibiam apenas fragmentos de demonstrações experimentais, cenas isoladas sem significado químico atribuído, como no vídeo intitulado “Imagens loucas da química”. Vídeos desse gênero, especificamente, além de refletir o estereótipo de cientista (químico) louco, também revelam uma visão simplista da atividade experimental, associada à produção de eventos espetaculares, com caráter de “show”, que causa admiração ou espanto, mas que nem sempre se explica. Nesse cenário, é relevante notar que o grau de difusão dos vídeos com explicação (F_N = 57) é bem superior ao grau de difusão dos vídeos sem explicação (F_N = 3), o que sugere maior interesse do público por vídeos com significado químico atribuído ou, pelo menos, que esses vídeos alcançam um público maior frente aos demais.

Em uma análise mais específica da explicação fornecida, verificou-se que, embora muitos vídeos mencionassem conhecimentos em química, incluindo conceitos (polímero, tensão superficial, acidez etc) e nomes químicos (amônia, gás carbônico, cloreto de prata etc), a explicação dada tendia a ser superficial, no sentido de não contemplar os diferentes níveis de representação do conhecimento em química. Segundo Treagust, Chittleborough e Mamiala (2003), o nível macroscópico refere-se aos aspectos observáveis e concretos dos fenômenos químicos, tais como mudança de cor, percepção de cheiro e medida de massa; o nível submicroscópico está associado à teoria da natureza particulada da matéria, que explica esses fenômenos com base na existência e na dinâmica de partículas como átomos, elétrons, íons e moléculas; já o nível simbólico é aquele utilizado para comunicar o conhecimento em química, abrangendo símbolos como fórmulas e equações químicas, gráficos, mecanismos reacionais, ilustrações e modelos moleculares, por exemplo.

De acordo com esses autores, os fenômenos químicos devem ser explicados em seus níveis simbólico e submicroscópico para que possam ser efetivamente entendidos. Eles também destacam a importância de se compreender o significado de cada nível de representação, bem como de se transitar entre tais dimensões para um melhor entendimento da química.

Nos vídeos analisados, porém, a explicação de muitos experimentos incidiu apenas sobre os aspectos macroscópicos dos eventos observados. Referências a esse nível representacional podem ser identificadas nas seguintes citações, extraídas de dois vídeos:

> a gente consegue ver umas bolhinhas saindo do ovo; essas bolhinhas são gás carbônico e elas são resultado da reação química (transcrito de “Como fazer um ovo dobrável (experiência de Química e de Biologia)”, YouTube, 03 dez. 2013).

> por causa da reação química, surgirá um precipitado marrom avermelhado, que é o carbonato de ferro (transcrito de “Pedro Vinícius ensina química - Parte IV”, YouTube, 01 mai. 2013).

Nos dois vídeos, nem os nomes químicos citados são acompanhados das respectivas fórmulas químicas, nem as reações mencionadas são representadas por equações ou outras formas de simbolizá-las. Além disso, os vídeos não permitem a compreensão de um gás em termos moleculares (primeiro caso), nem a compreensão do fenômeno de dissolução em termos de interações entre partículas (segundo caso). Em resumo, não há referência nem ao nível simbólico nem ao submicroscópico nesses vídeos. O que se verifica, em última análise, é que a explicação aproxima-se muito de uma descrição do que pode ser observado, com alusões a conhecimentos da química, seja pela menção de um nome químico, seja pela citação de algum conceito.

Referências mais recorrentes ao nível simbólico incluíram a exibição de fórmulas e equações (frequentemente citadas no campo específico para descrição do vídeo, como informação complementar), além de ilustrações e uso de modelos físicos para representar partículas. Referências ao nível submicroscópico, também escassas, podem ser observadas nas seguintes citações:

> quando a gente mistura açúcar com soda cáustica, essa mistura libera elétrons e quem vai pegar esses elétrons é o íon permanganato de potássio (transcrito de “Camaleão Químico - Experiencia de Química | Química Extrema”, YouTube, 01 fev. 2015).

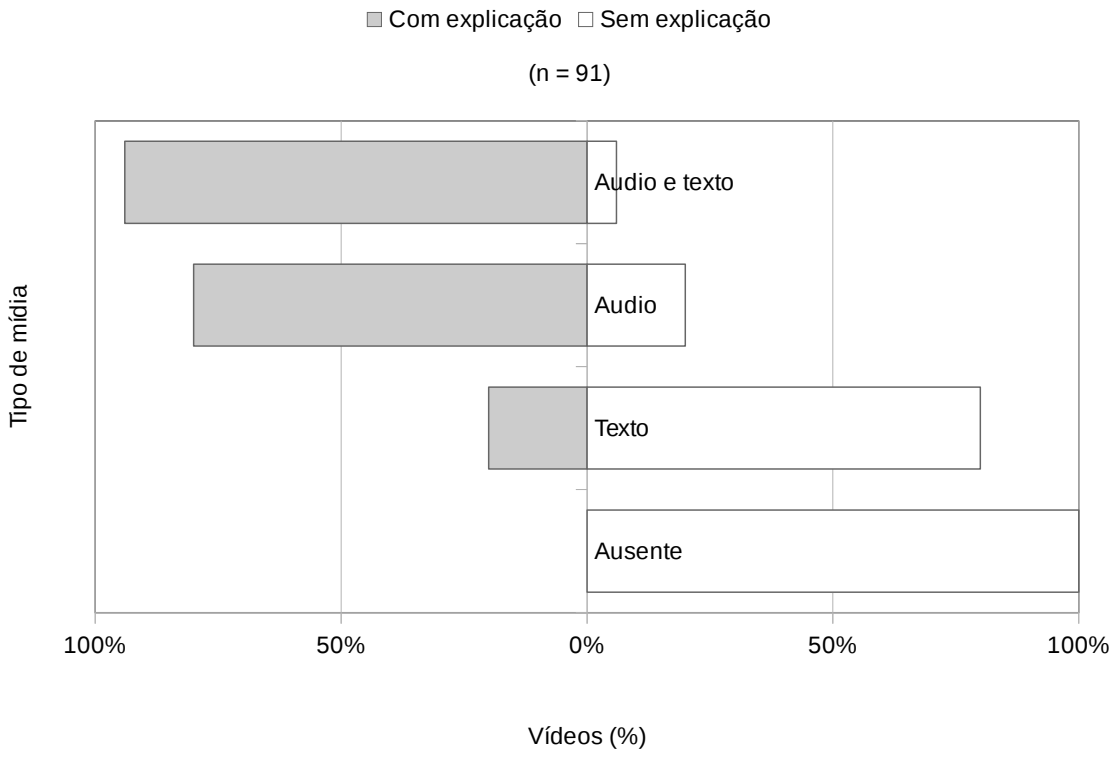
> o iodo reage com a vitamina C e se transforma em íons de iodo; esses íons de iodo reagem com a água oxigenada e viram iodo de novo (transcrito de “Azul do além (experiência de Química do relógio de iodo)”, YouTube, 16 abr. 2013).

Ao contrário dos níveis simbólico e submicroscópico, o nível macroscópico faz referência a aspectos concretos do fenômeno observado, o que o torna muito mais tangível e acessível aos olhos de quem vê um experimento. Analogamente, isso facilita o trabalho de quem se propõe a explicá-lo, haja vista a complexidade de se abordar as outras dimensões de representação. É provavelmente por isso que a maior parte dos vídeos explica os experimentos com referência exclusiva ao nível macroscópico. É necessário enfatizar, contudo, que a exibição de fórmulas e equações e a menção de termos como moléculas e íons também não garantem, por si só, uma explicação apropriada de um experimento.

Adicionalmente, foi feita a análise de co-ocorrência das categorias previstas nos descritores “protagonista” e “explicação”. A ocorrência de explicação foi observada em todas as categorias de “protagonista”. Mais especificamente, 65% dos vídeos protagonizados por “aluno” apresentavam explicação para os vídeos exibidos; esse número é de 85% para os vídeos protagonizados por “professor”. Tais resultados sugerem que o envolvimento de um professor na execução do experimento está mais associada à presença de explicações para o mesmo; em contrapartida, quando quem o realiza é um aluno, é um pouco menos provável que ele seja explicado.

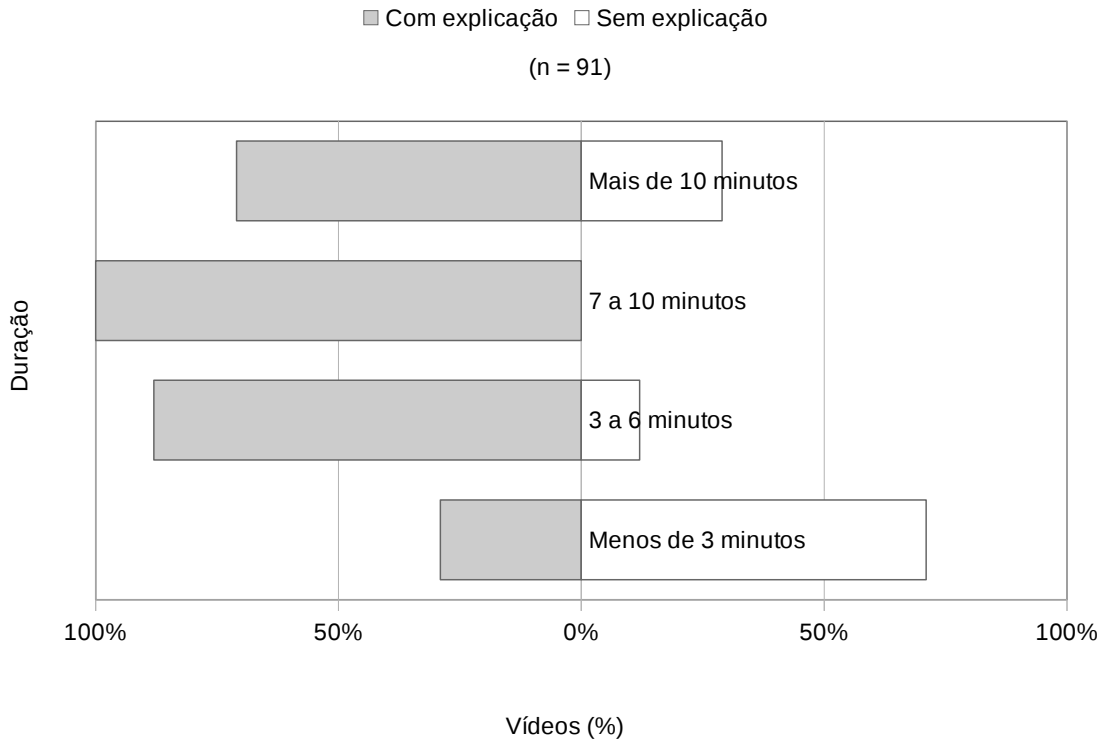
Também foi verificada a ocorrência de “explicação” para os experimentos de acordo com as categorias dos descritores “mídia” e “tempo de duração”. As figuras 29 e 30 mostram os resultados dessas análises.

FIGURA 29. Tipo de mídia e ocorrência de explicação para os experimentos.



Ocorrência de explicação para os experimentos exibidos nos vídeos, conforme o tipo de mídia associada ao experimento. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.
Fonte: Própria autora.

FIGURA 30. Duração dos vídeos e ocorrência de explicação para os experimentos.



Ocorrência de explicação para os experimentos exibidos nos vídeos, conforme a duração do vídeo. Os vídeos analisados faziam menção à química e foram publicados na plataforma YouTube.
Fonte: Própria autora.

Em relação ao tipo de mídia, os conteúdos que fizeram uso de áudio e texto combinados para descrever e/ou explicar o experimento foram aqueles em que a ocorrência de explicação foi mais alta (94%). Com o uso exclusivo de texto, apenas 20% dos conteúdos apresentaram uma explicação para o experimento exibido. E, como seria esperado, não foi verificada a ocorrência de explicações quando o vídeo exibia somente imagens, sem texto nem áudio associados. Cabe salientar que o texto, conforme se observou nos vídeos, pode ser um recurso empregado para complementar informações transmitidas no vídeo, podendo ser, ainda, um meio de comunicar fórmulas e equações químicas como forma de explicar o experimento.

Quanto ao tempo de duração do vídeo, destaca-se o fato de que 71% dos vídeos com menos de 3 minutos de duração não apresentaram explicação para o experimento demonstrado. Em contrapartida, foi observada explicação em 88% e 100% dos vídeos com duração de 3 a 6 minutos e 7 a 10 minutos, respectivamente. Esses resultados sugerem que o tempo pode ser um fator importante para que o vídeo contenha ou não explicação para o experimento. No entanto, é preciso ponderar que 54% dos vídeos da categoria 7 a 10 minutos contaram com a participação de um professor na execução do experimento, informação já ressaltada na análise específica do

tempo de duração. Desse modo, a questão temporal pode não ser um fator determinante para que o vídeo apresente ou não uma explicação para o experimento.

8.4 Considerações do estudo

Neste estudo, traçou-se um perfil da “química” nos vídeos do YouTube, principal plataforma de compartilhamento de vídeos da atualidade. Apesar de terem sido identificados muitos vídeos em que a química apresentava um grau de relevância nulo, o porcentual de vídeos enquadrados nessa categoria foi inferior ao de um estudo similar com jornais, o que revela particularidades interessantes sobre o uso desses dois canais de comunicação como forma de divulgar a química.

Dentre elas, salienta-se que a publicação de vídeos no YouTube, ao contrário do que ocorre nos jornais, não requer nenhuma avaliação prévia dos conteúdos postados. Na plataforma de vídeos, o grau de comprometimento com a qualidade técnica e conceitual dos conteúdos tende a ser menor, assim como a preocupação com questões relacionadas a direitos autorais. Além disso, as relações entre autores e consumidores de conteúdos são muito mais horizontais no YouTube, pois o público que assiste a vídeos pode, com certa facilidade, publicar seus próprios conteúdos.

Quanto ao YouTube, em particular, este estudo mostrou o perfil dos vídeos de química e, por meio da definição de um fator de normalização, obteve-se um indicativo do grau de difusão desses conteúdos. Desse modo, foi possível verificar que os vídeos com experimentos foram aqueles com maior grau de difusão, indicando que a apropriação da química via YouTube ocorre sobretudo pela visualização de experimentos.

Dentro desse grupo de vídeos, foram observadas diferenças entre os mais publicados e os difundidos. Nesse comparativo, salienta-se que a participação de professores na execução do experimento e o uso de materiais e reagentes não acessíveis foram identificados como fatores que tendem a aumentar o grau de difusão dos vídeos, mas que não foram os mais recorrentes entre os vídeos mais publicados.

Explicar o experimento exibido no vídeo despontou como um aspecto relevante nos dois grupos de vídeos e mostrou-se relacionado a fatores como tempo, participação de um professor e uso combinado de áudio e texto como mídias de informação. O nível de explicação observado foi avaliado como superficial na maior parte dos vídeos. Não obstante, é necessário ponderar fatores que podem restringir o nível e abrangência das explicações fornecidas, como a autoria de quem explica o experimento, o tempo de exibição do vídeo e a própria finalidade do material.

Cabe frisar que este estudo não permite assegurar quais as motivações para a postagem de um vídeo, nem afirmar, categoricamente, em que circunstâncias e por que razões um vídeo é visualizado. Admite-se, também, que a falta de informações e de clareza sobre a postagem dos

vídeos e sua autoria, percebida em parte dos vídeos, inviabilizou análises mais aprofundadas sobre esses elementos e questões deles derivadas. Contudo, sabe-se que uma característica comum das mídias sociais é a informalidade, da qual decorrem, inevitavelmente, as dificuldades pontuadas.

A despeito dessas limitações, considera-se que o presente trabalho apresentou contribuições significativas para as pesquisas em educação em química, sobretudo para as seguintes linhas de estudo: experimentação em química, divulgação científica e uso de tecnologias de informação e comunicação. Somado a isso, tem-se ainda o uso do YouTube como fonte de dados, uma mídia social cada vez mais explorada para fins educacionais e que, por consequência, também tem despertado o interesse dos pesquisadores.

8.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 31, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 31. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “A química no YouTube: perfil dos vídeos mais publicados e dos mais difundidos”.

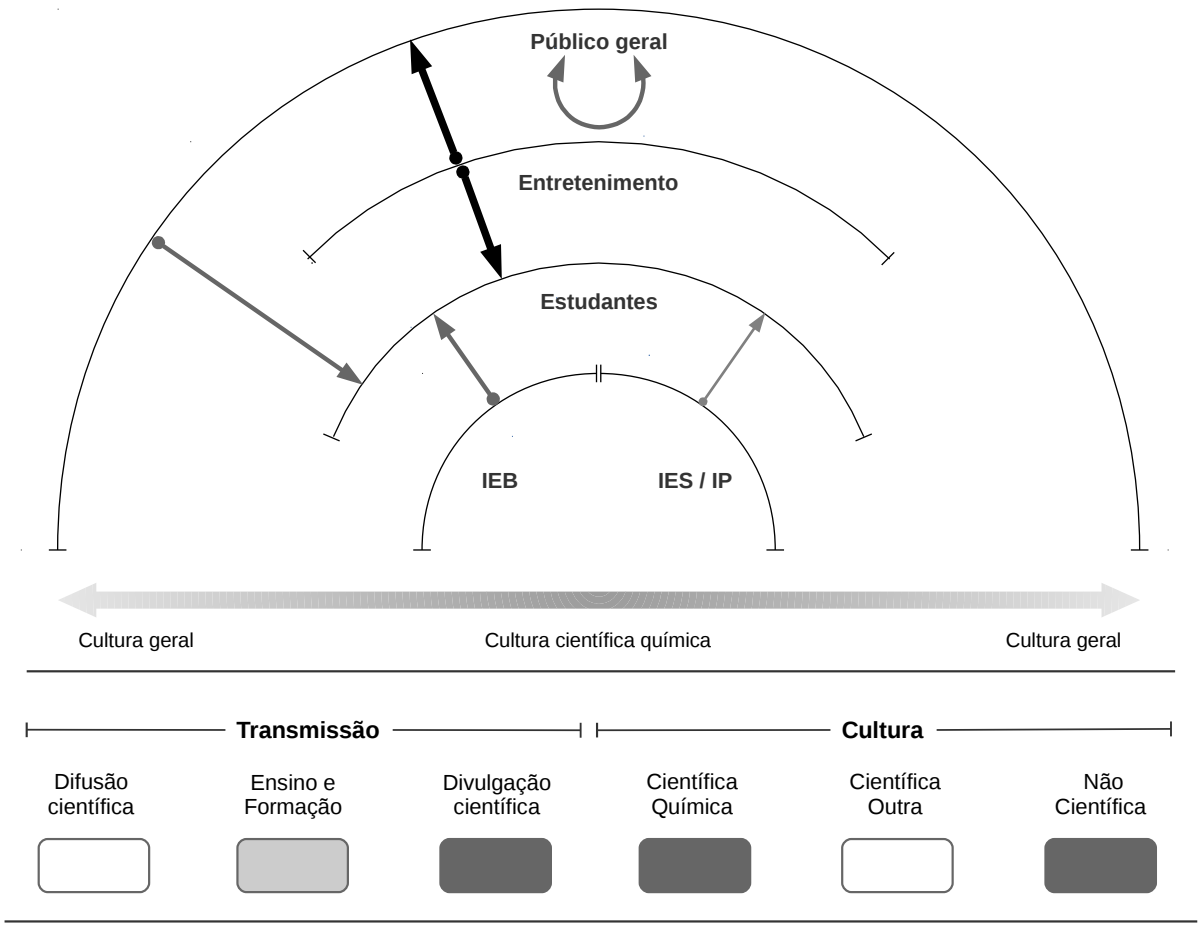


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “YouTube”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “branco”, “cinza claro” e “cinza escuro” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Abreviações: IES: Instituição de Ensino Superior; IP: Instituição de Pesquisa; IEB: Instituição de Educação Básica.

Fonte: Própria autora.

8.5.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química”: i. os cientistas químicos e docentes de química que atuam em instituições de ensino superior (IES) e instituições de pesquisa (IP); ii. os professores de química, representados pelas instituições de educação básica (IEB). Constituíram “outros grupos sociais”: i. o público geral, que, no contexto deste estudo, compreende todo o potencial público do YouTube, ou seja, pessoas que podem postar vídeos na plataforma e/ou visualizá-los; ii. os

estudantes, tanto da educação básica quanto do ensino superior; iii. o setor de entretenimento, que corresponde a todas as pessoas e instituições que atuam com entretenimento e/ou com iniciativas voltadas à divulgação científica e, de modo mais geral, à educação e cultura (por exemplo, artistas, programas de televisão, divulgadores de ciência etc).

Na dimensão “transmissão”, foram assinaladas duas categorias, “ensino e formação” e “divulgação”, tendo sido atribuído um peso maior a esta última.

Na dimensão “cultura”, tanto a “cultura científica” quanto a “cultura não científica” foram identificadas no estudo. Há um equilíbrio entre o que é considerado próprio da química, “cultura científica - química”, e aspectos culturais externos à ciência, “cultura não científica”. A opção “cultura científica - outra” não foi identificada neste estudo.

8.5.2 Análise relacional

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, quase metade dos conteúdos analisados tem grau de relevância da química nulo. Eles correspondem, majoritariamente, a publicações de música e programas televisivos. Tratam, portanto, de aspectos culturais externos à ciência. Isso corrobora o argumento de que o uso da palavra “química” é bastante disseminado e muitas vezes desvinculado de significados próprios da ciência química. Os demais vídeos contemplam, sobretudo, conteúdos de ensino e divulgação científica, nos quais a química é abordada com alto grau de destaque. Todavia, nesses vídeos, a abordagem da química não é interdisciplinar com outras ciências. Isso é válido para os vídeos com e sem experimentos.

No que se refere à finalidade dos vídeos, dentro do escopo da ciência, foram identificados os campos “ensino e formação” e “divulgação científica”, como já mencionado. Como conteúdos representativos do primeiro, cabe citar as vídeo-aulas, que tendem a reproduzir um formato de aula tradicional, de caráter expositivo, mas sem a presença de alunos. E, como exemplos de divulgação, foram recorrentes os vídeos com experimentos. A despeito disso, também foram encontrados vídeos de divulgação sem atividade experimental, bem como vídeo-aulas com atividade experimental. É válido lembrar, ainda, que os vídeos com experimentos, mais voltados para a divulgação, foram aqueles com maior grau de difusão.

Acerca dos aspectos sociais, reitera-se que é bastante complexa a análise dos vídeos quanto à autoria e à postagem dos conteúdos, bem como em relação ao seu potencial público alvo. Dentro da comunidade de química, os grupos identificados foram principalmente de professores, a maioria deles da educação básica, que endereçam seus vídeos sobretudo aos estudantes. Há também os casos de vídeos postados e/ou produzidos por estudantes, tendo os professores como público alvo. Fora da comunidade de química, além dos estudantes, também há o segmento designado como público geral, que representa um universo de pessoas cujo perfil é de difícil identificação e que podem fazer uso da plataforma de vídeos tanto postando quanto visualizando vídeos. Finalmente, há o segmento identificado como “entretenimento”, responsável

pela publicação de vídeos com grau de relevância da química nulo e também pela publicação de parte dos vídeos de divulgação científica. No conjunto total dos vídeos, esse grupo foi aquele que apresentou maior destaque na postagem/autoria de conteúdos.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. Os vídeos relacionados à química atendem aos propósitos de ensino e divulgação científica, mas tratam a química mais como disciplina escolar e menos como ciência;

ii. No plano social, a comunidade de química parece explorar pouco a plataforma de vídeos, sendo mais comum seu uso por professores de química da educação básica, com a finalidade educacional;

iii. A apropriação da química por professores e estudantes, via YouTube, é limitada e condicionada por uma cultura escolar que não favorece a autonomia desses grupos no uso e na produção de vídeos;

iv. A divulgação científica associa-se mais a instituições/pessoas voltadas especificamente para esse tipo de atividade, mas a formação de quem produz os conteúdos geralmente não é da área de química;

v. Como mídia social, o YouTube favorece a transmissão cultural por caminhos diversos, de modo que sujeitos de diferentes grupos sociais podem se tornar autores de seus próprios conteúdos.

9 Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos

Este capítulo apresenta o perfil dos egressos da pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP). A fonte de dados deste estudo foi a plataforma Lattes, na qual foram pesquisados os currículos de mais de 2 mil ex-alunos, formados pelo IQUSP entre 1970 e 2014. Foram coletados dados sobre o curso de graduação, a instituição de ensino superior de origem, a pós-graduação e o estágio de pós-doutoramento, além da atuação profissional atual, considerando região e setor de atividade. Na leitura deste capítulo, vale a pena pensar no IQUSP como núcleo formador de recursos humanos em química e que a formação, por sua vez, envolve a transmissão de aspectos culturais que transcendem o escopo da química, em se tratando da formação de pesquisadores e docentes universitários em potencial.

9.1 Introdução

No Brasil, embora os cursos de pós-graduação já fossem uma realidade na primeira metade do século XX, a pós-graduação foi implantada pelo Conselho Federal de Educação apenas em 1965, por meio do Parecer nº 977/65, de autoria do professor Newton Sucupira. Grosso modo, esse parecer define o que é pós-graduação e a caracteriza conforme suas modalidades (stricto sensu e lato sensu) e níveis (mestrado e doutorado), além de situá-la dentro da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (Almeida Júnior et al., 2005). Acerca da pós-graduação e de sua regulamentação, Senise (2001, p. 30) afirma:

> O grande mérito do Parecer Sucupira é o de ter feito com que se institucionalizasse a pesquisa, tornando-a uma atividade regular, assim como é regular o ensino de graduação. A par da transmissão, a geração de conhecimentos passou a ser fundamental para caracterizar a verdadeira universidade. A pós-graduação foi também pensada para exercer papel relevante na formação e elevação de nível do docente universitário e assim facilitar a integração interna, ou seja, das atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Mais de 50 anos após sua regulamentação, o sistema de pós-graduação cresceu de forma expressiva, conforme revelado por séries históricas de alguns de seus índices, tais como número de cursos, de alunos e de bolsas de pesquisa, apresentados no Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020 (CAPES, 2010). Para acompanhar o andamento do referido plano, constituiu-se uma Comissão Nacional Especial, que definiu seis temas iniciais para serem abordados pelos seus membros, bem como recomendações para cada um deles. Dentre os temas levantados, está o sistema de avaliação da pós-graduação, do qual deriva uma série de

demandas, incluindo a necessidade de se obter indicadores sobre o destino de seus egressos (CAPES, 2013). Nesse contexto, Ortigoza, Poltroniéri e Machado (2012) argumentam que analisar a trajetória profissional dos pós-graduados representa uma forma de avaliar os próprios programas de pós-graduação, enquanto Velloso (2004) menciona que esse tipo de análise permite a discussão sobre modelos de formação nesse nível de ensino. Na mesma linha, Ingram et al. (2004) ponderam que, quando um programa de pós-graduação alcança determinado nível de maturidade, é necessário que ele seja avaliado quanto à qualidade da formação propiciada aos seus alunos.

Dentre os trabalhos que traçam o perfil dos egressos da pós-graduação, salienta-se a pesquisa coordenada por Velloso (2002), feita em convênio com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) e com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), mais a colaboração de seis grupos de pesquisa pertencentes a cinco universidades brasileiras. Nesse estudo, mestres e doutores titulados na década de 1990 foram entrevistados acerca de diferentes aspectos, dentre os quais se destacam: dados demográficos, motivações para cursar a pós-graduação, graduação cursada, atuação profissional e contribuições da pós-graduação em suas atividades profissionais. No trabalho, foram pesquisados 8700 pós-graduados, abrangendo titulados em 15 áreas do conhecimento, dentre as quais a bioquímica e a química. Ao todo, foram entrevistados 470 egressos da bioquímica, no período de 1990 a 1998, titulados em cinco universidades; e 624 egressos da química, no período de 1990 a 1997, titulados em seis universidades. Os resultados referentes a essas duas áreas foram publicados por Braga (2002) e Braga e Azevedo (2002) em dois capítulos do primeiro volume do livro de Velloso (2002).

Outros estudos do gênero apresentam questões de pesquisa similares, variando quanto aos períodos, instituições e programas pesquisados. Quanto ao intervalo de tempo investigado, destacam-se os trabalhos de Abramowicz, Bittar e Rodrigues (2009), que pesquisaram os titulados pelo Programa de Pós-graduação em Educação da UFSCar entre 1976 e 2006; de Moreira e Velho (2012), versando sobre os egressos dos programas de pós-graduação do INPE entre 1968 e 2009; e de Zaidan et al. (2011), que pesquisaram egressos do Programa de Pós-graduação em Educação da UFMG no período de 1977 a 2006. Outros trabalhos abordaram programas de diferentes instituições, como o estudo de Noronha et al. (2009), que pesquisaram o perfil dos pós-graduados em Ciência da Informação oriundos de quatro instituições, e a pesquisa de Gomes e Goldenberg (2010), que analisaram 29 programas de pós-graduação em saúde coletiva de várias regiões do país.

Quanto ao universo de sujeitos pesquisados, este pode ser maior ou menor a depender do período de tempo pesquisado, do número de programas investigados e da dimensão dos mesmos, no que se refere à quantidade de titulados por programa. Um aspecto que também pode influenciar a extensão do trabalho é a metodologia adotada. Muitos estudos empregam como instrumento de pesquisa o questionário, em versões impressa ou on-line, que pode

apresentar taxas variadas de resposta. Estevam e Guimarães (2011), por exemplo, pesquisaram egressos do Programa de Educação Escolar da UFU por meio da aplicação de um questionário on-line e obtiveram 11% de retorno (39 respondentes entre 349 egressos pesquisados). Zaidan et al. (2011) afirmam ter conseguido informações de 37% dos mestres e doutores pesquisados em um estudo que se baseou em perguntas enviadas por e-mail aos egressos. De modo geral, o índice de respostas para surveys online tende a ser baixo (Evans; Mathur, 2005).

Outro instrumento de pesquisa que vem sendo adotado é o currículo Lattes, base de dados da plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que permite o cadastro e a consulta de informações sobre a formação acadêmica e vida profissional de pesquisadores. O currículo Lattes foi utilizado como principal fonte de dados sobre egressos da pós-graduação nos trabalhos de Moreira e Velho (2012), Noronha et al. (2009) e Parizotto, Imparato e Fernandes (2015), que pesquisaram questões sobre a formação acadêmica e atuação profissional de egressos da pós-graduação nas áreas de Pesquisas Espaciais, Ciência da Informação e Odontologia, respectivamente. Moreira e Velho (2012), em particular, enfatizam o potencial do currículo Lattes como ferramenta de pesquisa ao ressaltar o grande volume de dados registrados na plataforma Lattes e ao admitir que parte considerável dos egressos da pós-graduação esteja trabalhando como pesquisadores. Todavia, os autores recomendam cautela no uso e interpretação desses dados, uma vez que as informações inseridas nos currículos não são validadas, podem estar incompletas e/ou desatualizadas.

Em um contexto mais amplo, a plataforma Lattes tornou-se uma fonte de dados para estudos no campo da cientometria, dada a relevância desse sistema de informação, que já reúne mais de quatro milhões de currículos (Marques, 2015). Parte desses estudos concentra-se, principalmente, em investigar a produtividade científica de pesquisadores e as colaborações estabelecidas entre eles. Lima et al. (2015) usaram dados do currículo Lattes para traçar o perfil dos principais pesquisadores de Ciência da Computação, contemplando, dentre outros tópicos, o número e impacto de publicações, além da quantidade de citações e orientações acadêmicas. Em âmbito institucional, Autran et al. (2015) e Digiampietri et al. (2014a) analisaram a produtividade de professores vinculados a diferentes programas de pós-graduação em ciência da informação e ciência da computação, respectivamente, contabilizando a produção acadêmica de cada programa. Estudos semelhantes também foram feitos para investigar grandes áreas do saber, tais como “ciências da saúde”, “ciências biológicas” e “humanidades”, analisando-as quanto à produção científica e às redes de colaborações verificadas para cada uma delas (Araújo et al., 2014; Mena-Chalco et al., 2014). Por outro lado, há a possibilidade de se usar dados do currículo Lattes para se pesquisar as mesmas questões em áreas mais específicas, como o estudo de Brito, Quoniam e Mena-Chalco (2016), que teve como foco a nanotecnologia.

Em estudos quantitativos com a plataforma Lattes, pesquisadores têm usado ferramentas que fazem a extração e o processamento de dados de forma automática, permitindo a análise rápida de um grande volume de currículos. Dentre elas, destaca-se o ScriptLattes, uma

ferramenta que extrai e trata dados da plataforma Lattes, além de gerar relatórios e gráficos para a visualização das informações obtidas (Mena-Chalco; César Junior, 2009). Dentre outros recursos, o ScriptLattes quantifica a produção acadêmica dos pesquisadores, incluindo o número de publicações e orientações acadêmicas. Ele também possibilita a identificação de colaborações entre pesquisadores a partir da análise do título das produções bibliográficas, graças ao reconhecimento de padrões de redundância (Mena-Chalco; César Junior, 2009). No entanto, o ScriptLattes é susceptível a imprecisões no preenchimento do currículo, que é feita manualmente em grande parte. Além disso, a inserção de dados em seções do currículo que não aquelas mais indicadas inviabiliza a extração e o tratamento de dados pela ferramenta, que também não é capaz de categorizá-los.

Neste trabalho, acredita-se que o uso do currículo Lattes para análise dos egressos parece ser uma alternativa metodológica eficiente para esse tipo de análise, especialmente quando se trata de levantamentos de grande escala, nos quais a necessidade de participação voluntária dos sujeitos pesquisados pode dificultar a sua realização. Nesse caso, é preciso atentar para as ressalvas feitas por Moreira e Velho (2012) acerca do uso do currículo Lattes para tal finalidade. Sobre a possibilidade do uso de softwares para análise desses currículos, considera-se que os mesmos são mais apropriados para levantamentos de indicadores cientométricos, o que não se aplica a esta pesquisa.

9.2 Proposta de estudo

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise do perfil de egressos dos Programas de Pós-graduação em Bioquímica e Química do Instituto de Química da USP (IQUSP), cobrindo o período de 1970, quando foi criado o Instituto, até 2014. Tais programas possuem nota máxima na avaliação da CAPES, formam mestres e doutores nas respectivas áreas há mais de 45 anos e podem, portanto, ser considerados de excelência e plenamente consolidados no meio acadêmico. Para tal análise, fez-se uso do currículo Lattes como principal instrumento de pesquisa em um estudo longitudinal e de caráter qualitativo-quantitativo.

9.3 Metodologia

Este trabalho foi realizado em três etapas, que são descritas a seguir.

9.3.1 Determinação do universo de pesquisa

A primeira etapa deste estudo consistiu na obtenção da lista de egressos junto à Seção de Pós-Graduação do IQUSP. Os dados coletados incluíram: nome do aluno, ano de obtenção do

título, natureza do título (mestrado ou doutorado), programa de pós-graduação pelo qual o título foi defendido (Bioquímica ou Química). Esses dados foram compilados e organizados em planilha eletrônica. Uma vez que os dados originais estavam especificados por título e não por nome, foi preciso eliminar os nomes duplicados nos casos em que o egresso havia obtido os títulos de mestre e doutor.

9.3.2 Caracterização do perfil acadêmico e profissional do egressos da pós-graduação do IQUSP

Nesta etapa, foram definidos indicadores que permitissem a caracterização dos egressos nos âmbitos acadêmico e profissional. Buscou-se o nome de cada egresso na plataforma Lattes e fez-se a análise de cada currículo localizado, com o registro e/ou categorização dos dados encontrados conforme a matriz de indicadores construída. Os dados obtidos foram registrados na planilha eletrônica criada na primeira etapa. A matriz em questão contemplou cinco tópicos, que abrangeram diferentes descritores e categorias, conforme é descrito a seguir.

i. Dados gerais: Data de acesso ao currículo e data de última atualização.

ii. Graduação: Curso (categorias definidas: química ou engenharia química, biologia ou biomedicina, farmácia ou bioquímica, outro, sem informação); tipo de rede da instituição de ensino superior (IES) onde o egresso cursou a graduação (categorias definidas: pública federal, pública estadual, privada, sem informação, não se aplica - no caso de IES estrangeira); região da IES onde o egresso cursou a graduação (categorias definidas: Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste, Sul, outra, sem informação). Mais de uma graduação poderia ser assinalada por currículo, desde que tivesse sido completada antes de o egresso ter iniciado a pós-graduação no IQUSP.

iii. Pós-graduação: Realização de estágio externo (doutorado sanduíche) durante o curso de doutoramento (categorias definidas: sim, não); realização de pós-graduação stricto sensu fora do IQUSP (categorias definidas: sim, não); nível de pós-graduação cursado fora do IQUSP (categorias definidas: mestrado, doutorado).

iv. Pós-doutoramento (PD): Realização de estágio de PD (categorias definidas: sim, não); país onde foi realizado o estágio de PD (sem categorias pré-definidas); tempo dedicado ao PD (categorias definidas: até 3 anos, mais de 3 anos). Mais de um estágio de PD poderia ser assinalado por currículo.

v. Atuação profissional: Setor da atividade profissional (categorias definidas: universidade[39], ensino superior e/ou técnico[40], instituto de pesquisa, indústria e/ou serviços, educação, outro); região onde o egresso trabalha atualmente (categorias definidas: Centro-Oeste, Nordeste, Norte, Sudeste, Sul, outra, sem informação); universidade pública onde o

39 Universidade ou faculdade pública com reconhecida atividade de pesquisa.

40 Universidade/faculdade particular ou pública com atuação exclusiva ou predominante na área de ensino; curso técnico com ensino médio associado ou não.

egresso trabalha atualmente (sem categorias pré-definidas). Mais de um setor de atuação poderia ser assinalado por currículo.

A partir dos dados gerais, foi identificada a data de última atualização dos currículos. Para aqueles atualizados há um ano ou menos, todos os tópicos foram pesquisados; para os demais, a pesquisa se limitou às informações sobre a graduação cursada.

A compilação e a análise de dados na plataforma Lattes foi feita em dois períodos. Entre setembro e novembro de 2015, foi realizada a primeira rodada de busca e acesso aos currículos, com a coleta e classificação dos dados encontrados e, em janeiro de 2016, todos os dados foram revistos em uma nova rodada de acesso ao Lattes. Desse modo, os currículos foram considerados atualizados ou não tendo-se como referência essa última data.

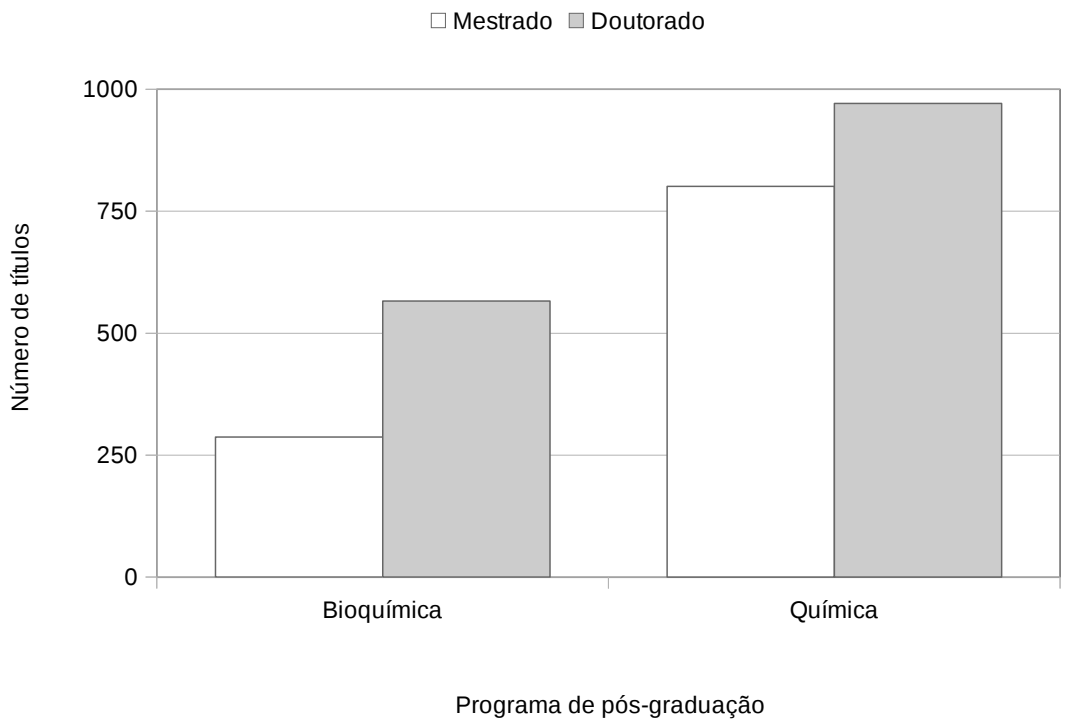
9.3.3 Análise dos dados

Nesta etapa, os dados foram analisados quanto à sua frequência de ocorrência, considerando-se tanto aqueles coletados junto à Seção de Pós-Graduação quanto aqueles resultantes da análise dos currículos. Foi feita ainda uma análise temporal dos dados obtidos, tomando-se como base o ano de titulação. Para fins de análise, os anos foram agrupados em quinquênios (por exemplo: 1970 para o período de 1970 a 1974). Para os egressos que obtiveram títulos de mestrado e doutorado no IQUSP em quinquênios diferentes, a pesquisa temporal levou em consideração o ano de obtenção do título de doutorado.

9.4 Resultados e discussão

De 1970 a 2014, o IQUSP outorgou 2625 títulos de pós-graduação stricto sensu, dos quais 41% foram de mestrado e 59% de doutorado. Por programa de pós-graduação, os Programas de Bioquímica e Química responderam por 32% e 68% dos títulos outorgados, respectivamente. Esses dados são apresentados na figura 32, que também especifica a natureza dos títulos para cada programa. De acordo com os dados, em ambos os programas, o número de títulos de doutorado é superior ao de mestrado; porém, tal predomínio é mais acentuado no Programa de Bioquímica.

FIGURA 32. Mestrados e doutorados no IQUSP.



Número de títulos de mestrado e doutorado outorgados pelos Programas de Bioquímica e Química do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014.
Fonte: Própria autora.

Outro resultado que evidencia o maior destaque do curso de doutorado é a distribuição de títulos entre os egressos. Do total de pós-graduados, 49% obtiveram apenas o título de doutor e 28% somente o título de mestre, enquanto os demais obtiveram ambos os títulos. No total, portanto, o IQUSP outorgou o título de doutor a 72% dos egressos dos seus programas de pós-graduação, entre alunos que cursaram exclusivamente o doutorado e aqueles que fizeram os dois cursos. Em uma análise comparativa, verificam-se diferenças entre os dois programas de pós-graduação: no Programa de Bioquímica, os porcentuais de egressos que fizeram apenas o doutorado e que fizeram mestrado e doutorado são, respectivamente, 61% e 15%; no Programa de Química, esses porcentuais são, respectivamente, 42% e 28%.

Cabe assinalar que, conforme o Parecer nº 977/65, mestrado e doutorado constituem dois níveis de pós-graduação hierarquizados, porém, autônomos, de modo que o mestrado pode ser considerado um grau terminal de formação, ao mesmo tempo em que ele não representa um pré-requisito para o doutorado (Almeida Júnior et al., 2005). No plano profissional, o ingresso na carreira docente requer o título de doutorado em muitas universidades, em especial nas instituições públicas com maior tradição em pesquisa. Assim, a diferença um pouco mais acentuada entre os dois tipos de títulos no Programa de Bioquímica pode indicar um perfil mais

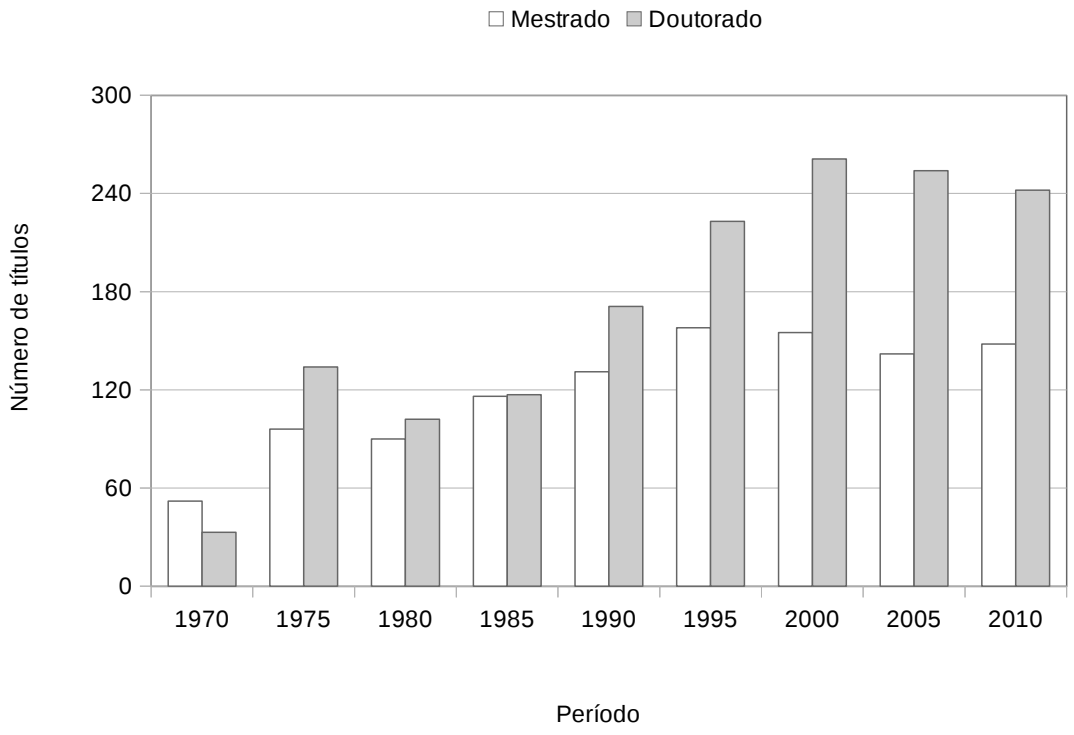
homogêneo do seu público comparado ao de Química, ao menos no que diz respeito às expectativas profissionais, caso se considere que a opção pelo doutoramento expresse uma intenção, por parte do pós-graduando, de seguir carreira acadêmica e que a opção por cursar somente o doutorado, dispensando o mestrado, poderia acelerar o ingresso nessa carreira.

Ainda sobre a predominância dos títulos de doutorado, é pertinente a informação de que as taxas de evasão no curso de mestrado são ligeiramente maiores do que no doutorado. Para o período de 1970 a 2016, as taxas de evasão, no mestrado, foram de 15% e 17% (Programas de Bioquímica e Química, respectivamente); enquanto, no doutorado, foram de 10% e 12% (Programas de Bioquímica e Química, respectivamente)[41]. Dessa forma, é plausível assumir que as diferenças nas taxas de evasão para os dois cursos podem ter contribuído, ao menos em parte, para a proporção de títulos verificada.

A distribuição temporal dos títulos outorgados pelo IQUSP é apresentada na figura 33. Os dados mostram que o número de mestres e doutores formados pelo Instituto aumentou consideravelmente desde 1970, sendo um pouco mais expressivo o crescimento no número de doutores, como se observa a partir da década de 1990. O número de títulos outorgados começa a se estabilizar por volta de 1995, no caso do mestrado, e de 2000, para o doutorado. Essa estabilização pode estar relacionada, em parte, à Resolução nº 4678 de junho de 1999, na qual se aprovou o Regimento de Pós-Graduação da USP e estabeleceu-se um limite máximo de dez alunos por orientador (USP, 1999). Tal limite foi mantido em novas versões do Regimento e é seguido pelo IQUSP.

41 Dados fornecidos por correspondência eletrônica, em 04/07/2016, pelo professor Thiago Regis Longo César da Paixão, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Química do IQUSP à época.

FIGURA 33. Evolução temporal dos mestrados e doutorados no IQUSP.



Número de títulos de mestrado e doutorado outorgados pelos programas de pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014 por períodos de cinco anos.
Fonte: Própria autora.

A expansão dos programas de pós-graduação em outras universidades e institutos de pesquisa pode ser outra possível explicação para a estabilização identificada, admitindo-se que outros polos de pesquisa foram surgindo e atraindo alunos de pós-graduação, inclusive com a concessão de bolsas de estudo. De acordo com os dados obtidos na plataforma GEOCAPES[42] (CAPES, 2018), de 1998 a 2014, o número de programas de pós-graduação em ciências biológicas II[43] e química aumentou 55%, considerando-se dados de todo o país; enquanto na região Sudeste, o aumento foi de 17% no mesmo período. Para as mesmas áreas e mesmo intervalo de tempo, o aumento no número de discentes foi de 113% e 55% para todo o país e para a região Sudeste, respectivamente. Já o aumento no número de bolsas de pós-graduação (mestrado e doutorado) concedidas para as mesmas áreas, entre 1995 a 2014, foi de 285% e 135%, para todo o país e para a região Sudeste, respectivamente. Em conjunto, os dados da CAPES indicam que o sistema de pós-graduação expandiu-se na região Sudeste em porcentuais menores do que no Brasil como um todo, o que corrobora a hipótese de que outras

42 GEOCAPES é uma base de dados da CAPES que contempla diversos indicadores dessa instituição, apresentando-os em termos geográficos e temporais.

43 “Ciências biológicas II” é a área de avaliação dentro da qual se encontra a maior parte dos programas de pós-graduação com foco em bioquímica, o que também se verifica para o Programa de Pós-graduação em Bioquímica do IQUSP.

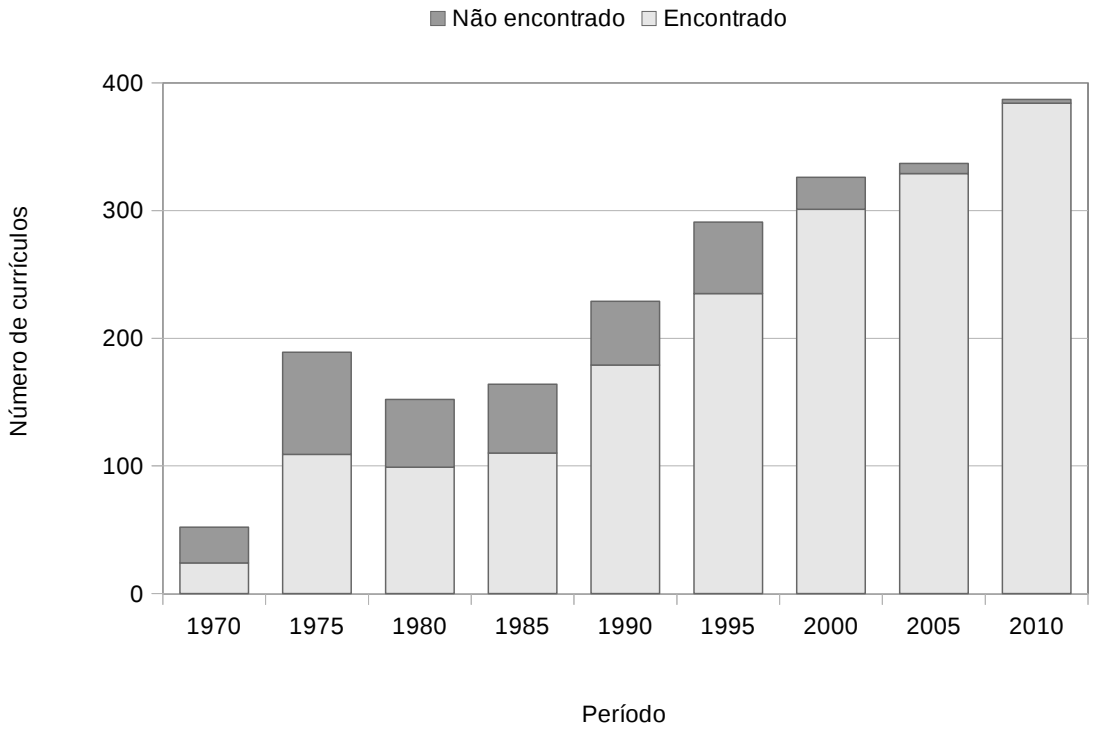
regiões do país possam ter se tornado mais atrativas para aqueles interessados em cursar pós-graduação.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir do currículo Lattes dos egressos da pós-graduação, descrevendo a formação acadêmica e a atuação profissional dos pós-graduados pelo IQUSP.

9.4.1 Currículo Lattes

O total de 2625 títulos outorgados corresponde a um total de 2127 egressos da pós-graduação, o que se deve ao fato de o mesmo indivíduo poder ter cursado tanto o mestrado quanto o doutorado no IQUSP. Na plataforma Lattes, foi possível encontrar o currículo de 83% dos egressos. Algumas razões podem ser aventadas para explicar o número inferior a 100%, dentre as quais se destacam duas: i. o cadastro do currículo Lattes é uma solicitação relativamente recente nos programas de pós-graduação, de modo que egressos que não seguiram carreira acadêmica ou se aposentaram há algum tempo não teriam motivos para ter um currículo Lattes; ii. possíveis erros no registro dos nomes dos egressos e/ou uso de um nome na plataforma Lattes diferente daquele utilizado na época da pós-graduação (mudança de sobrenome após casamento, por exemplo). A primeira hipótese, em particular, apoia-se no fato de que o número de currículos não encontrados decresce ao longo do tempo, conforme resultados apresentados na figura 34.

FIGURA 34. Situação do currículo Lattes.



Situação do currículo na plataforma Lattes dos egressos da pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014. Dados apresentados em função do quinquênio de titulação dos egressos.

Fonte: Própria autora.

Ademais, cabe assinalar que a porcentagem de currículos não localizados é tanto menor quanto maior o tempo dedicado à pós-graduação: 14% entre aqueles que cursaram mestrado e doutorado, 38% entre aqueles que cursaram somente o doutorado e 49% entre aqueles que cursaram somente o mestrado, considerando apenas os títulos obtidos no IQUSP. A respeito, é razoável assumir que a maior proporção de currículos encontrados entre aqueles com título de doutor seja um indicativo de ingresso na carreira docente, o que implicaria a necessidade de se cadastrar um currículo na plataforma Lattes.

Do total de currículos localizados, 60% (1065) estavam atualizados há um ano ou menos, o que corresponde a 50% do total de egressos da pós-graduação. Por programa, 63% e 58% dos currículos localizados estavam atualizados há um ano ou menos entre os egressos dos Programas de Bioquímica e Química, respectivamente. A desatualização do currículo pode ser entendida como um indício de que o egresso está trabalhando em locais nos quais o Lattes não costuma ser requisitado, tais como indústrias e escolas de educação básica. Casos de aposentadoria ou falecimento também podem explicar currículos que não são atualizados há muito tempo. Por outro lado, a falta de atualização recente pode representar tão somente que,

dentro do período considerado, não houve qualquer ocorrência que justificasse mudanças no Lattes.

Nota-se um paralelo entre esses resultados e aqueles obtidos por Digiampietri et al. (2014b) ao analisar a frequência de atualizações de mais de três milhões de currículos Lattes de nove grandes áreas do conhecimento. Segundo os autores, quanto maior o nível de formação dos pesquisadores maior também é a frequência de atualizações. Ademais, o estudo mostrou que os currículos da área de ciências biológicas (dentro da qual a bioquímica pode ser incluída) são aqueles atualizados mais recentemente, comparados aos de outras áreas, como a de ciências exatas e da Terra, da qual a química faz parte.

9.4.2 Graduação

Para todos os currículos encontrados, fez-se a caracterização da graduação cursada pelo egresso. Primeiramente, pontua-se que a USP correspondeu a 41% do total de instituições assinaladas. Temporalmente, a frequência de ocorrência vem oscilando no decorrer dos quinquênios, com valores variando entre 36% e 46%. Contudo, não se identifica uma tendência clara para esses números ao longo do tempo. Deve-se pontuar que a instituição de origem ser a USP significa que os alunos podem ser provenientes de qualquer Unidade/Campus da USP, não necessariamente do IQUSP do campus São Paulo. Para fins de comparação, resultado semelhante foi apresentado por Ortigoza, Poltroniéri e Machado (2012) em uma análise sobre o perfil de egressos do Programa de Pós-graduação em Geografia da Unesp/Rio Claro. Em conjunto, 39% dos egressos do mestrado e do doutorado haviam se formado no curso de Geografia da mesma instituição.

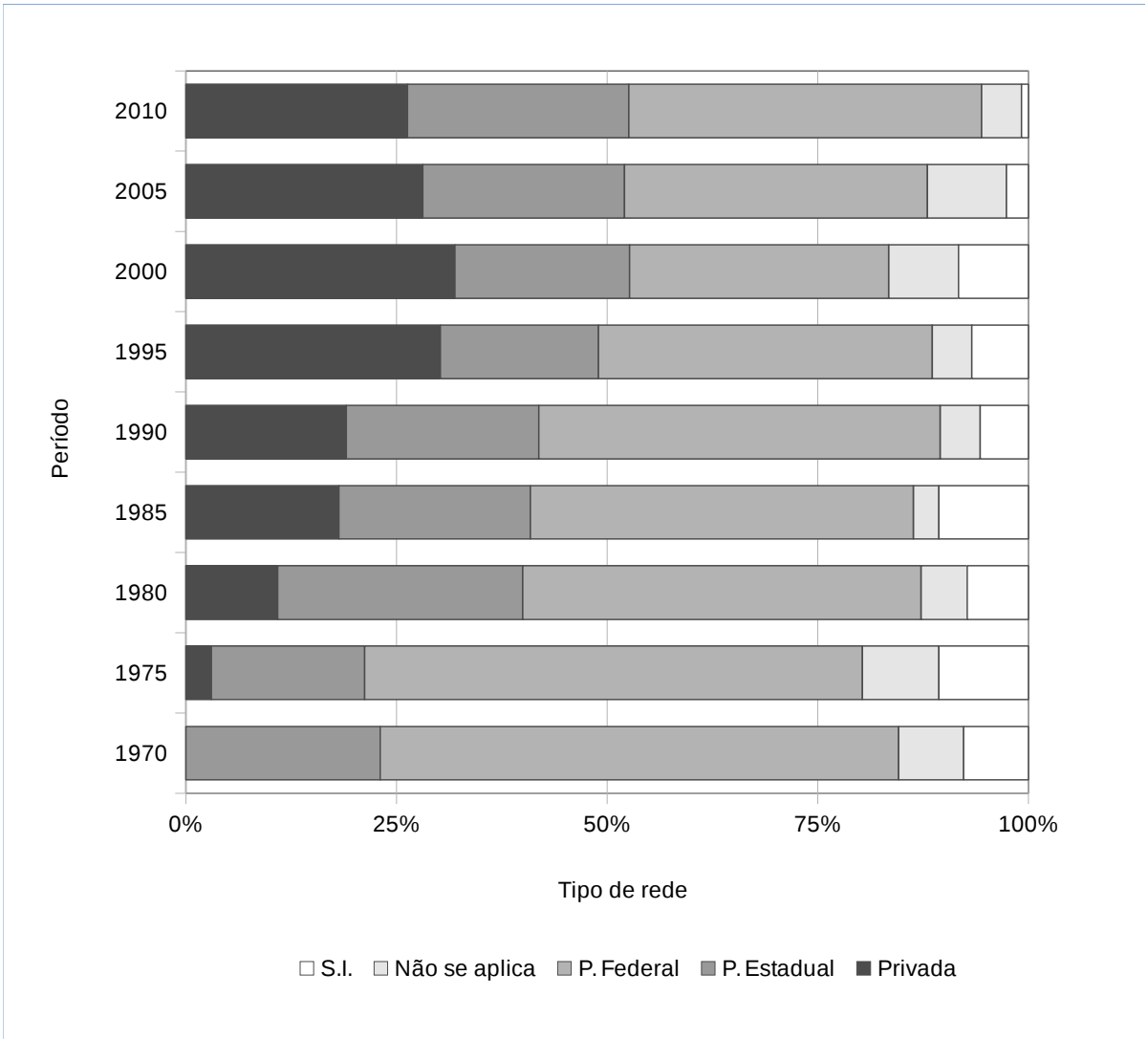
A partir dos resultados obtidos por Furtado et al. (2015), é possível avaliar a dimensão do porcentual de endogenia acadêmica encontrado para o IQUSP. Esses autores pesquisaram a trajetória acadêmica de quase 6 mil pesquisadores vinculados a Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). O estudo baseou-se em dados extraídos do currículo Lattes, tal qual a presente pesquisa. No trabalho, foi verificada uma tendência de os pesquisadores terem cursado o doutorado na mesma região em que se graduaram. Dos pós-graduados em São Paulo e nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, 55%, 74%, 84% e 86% haviam se graduado nesses mesmos locais, respectivamente. De acordo com Furtado et al. (2015), portanto, a região Sudeste e o estado de São Paulo, em particular, destacam-se por atrair para seus cursos de pós-graduação alunos graduados em instituições de outras regiões.

Desse modo, o valor de 41% de pós-graduados oriundos da própria USP pode ser considerado razoável, seguindo uma tendência encontrada nacionalmente para egressos com formações variadas. A despeito disso, neste trabalho, optou-se por tratar os dados referentes a essa Instituição em separado para todas as análises das quais ela fizesse parte, evidenciando, assim, os demais resultados.

9.4.2.1 Tipo de rede da instituição de ensino superior de origem

Excluindo-se os dados da USP, as IES “públicas federais”, “públicas estaduais” e “privadas” responderam por 41%, 23% e 24% do total restante, respectivamente. Os números não variam muito por programa de pós-graduação. A maior diferença observada foi de 11%, relacionada exatamente à categoria USP no cômputo total dos dados: essa instituição representou 48% do total para os egressos do Programa de Bioquímica e 37% para o Programa de Química. Temporalmente, observa-se um aumento porcentual das IES privadas até meados da década de 1990, acompanhado, consequentemente, de uma redução proporcional das IES públicas. A partir do fim da década de 1990, esses números começam a se estabilizar. Os resultados da análise temporal são apresentados na figura 35, que exclui os dados referentes à USP a fim de fornecer uma visão mais clara das demais categorias.

FIGURA 35. Tipo de rede da instituição de ensino superior de origem.



Tipo de rede da instituição de ensino superior cursada pelos egressos da pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014. Dados apresentados em função do quinquênio de titulação dos egressos. Abreviações: P. Estadual: Pública Estadual; P. Federal: Pública Federal; S.I.: Sem informação (currículos sem dados sobre a instituição cursada). Notas adicionais: i. Dados excluem a Universidade de São Paulo; ii. Não se aplica: IES estrangeira; iii. O número de currículos analisados varia por quinquênio; iv. O número total de currículos analisados é de 1770 para o período de 1970 a 2014.

Fonte: Própria autora.

De acordo com dados obtidos no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), de 1995 a 2005, o número de IES privadas e públicas no país aumentou 183% e 10%, respectivamente; já no período de 1995 a 2014, os aumentos foram de 202% (privadas) e de 42% (públicas) (INEP, 2016). No entanto, esse crescimento expressivo no número de IES privadas aparentemente não se reflete nos dados apresentados sobre a origem dos egressos, uma vez que a variação nos números é mínima do ano de 1995 em diante. Isso pode significar que o crescimento no número de IES privadas não foi acompanhado de um aumento no número de alunos interessados em fazer pós-graduação no IQUSP ou com formação de qualidade

suficiente para ser aprovado no exame de ingresso. Os dados apresentados para os egressos em quinquênios anteriores também não podem ser explicados por dados obtidos no INEP, posto que, de 1980 a 1998, a proporção de IES privadas no país pouco variou (INEP, 2000). Deve-se ressaltar que os dados do INEP são gerais, não específicos por curso. Ademais, neste estudo, não há dados sobre o período em que a graduação foi cursada, o que dificulta estabelecer relações temporais exatas entre graduação e pós-graduação.

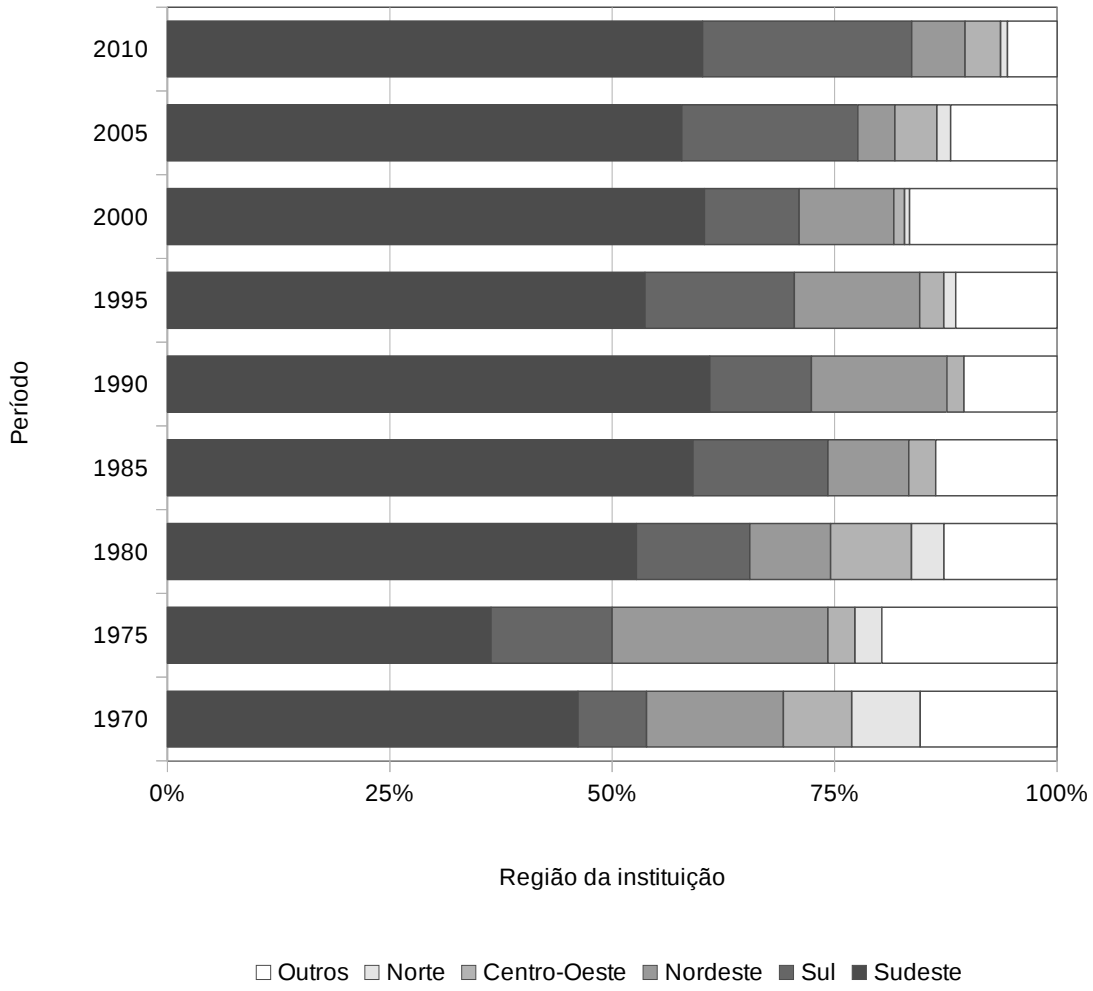
9.4.2.2 Região geográfica da instituição de ensino superior de origem

Também neste caso, os dados relativos à USP foram registrados em uma categoria à parte, em vez de incluí-los na categoria “região Sudeste”. Excluindo-se os dados da USP, as regiões Sudeste, Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte responderam por 57%, 17%, 10%, 3% e 1% do total restante, respectivamente. Por esses dados, ainda que se desconsiderem na análise os números referentes à USP, a região Sudeste permanece como a principal região de origem dos egressos da pós-graduação, em termos acadêmicos. Ortigoza, Poltroniéri e Machado (2012) encontraram a mesma ordem para essas regiões e porcentuais semelhantes a esses ao analisarem a procedência dos egressos do Programa de Pós-graduação em Geografia da Unesp/Rio Claro. O destaque da região Sudeste provavelmente se deve ao fato de que essa região é a mais populosa do Brasil, concentrando cerca de 42% da população nacional (IBGE, 2011), e com o maior número de IES (INEP, 2016), correspondendo a 48% do total em 2014.

No comprativo entre os Programas de Bioquímica e Química, pode-se afirmar que, de modo geral, o perfil de procedência dos egressos é semelhante para os dois programas. Quando se excluem os dados da USP, a maior diferença encontrada é de 9% para a região Sudeste, que corresponde a 63% e 54% dos totais para os egressos da Bioquímica e da Química, respectivamente; seguida de perto pela diferença de 7% para a região Sul, mais recorrente entre os egressos da Química.

A figura 36 mostra a análise temporal desses dados, com exceção daqueles referentes à USP. De acordo com os dados apresentados, há pouca variação nos números quando se comparam as diferentes regiões do país. De forma geral, em tempos recentes, destaca-se um aumento discreto na participação da região Sul e um decréscimo da região Nordeste. Conforme dados obtidos na plataforma GEOCAPES (CAPES, 2018), de 1998 a 2014, o número de programas de pós-graduação em ciências biológicas II e química aumentou 85% e 167% nas regiões Nordeste e Sul, respectivamente, frente a um aumento de 55% no Brasil, como um todo. O crescimento no número de bolsas de pós-graduação nessas áreas, entre 1995 e 2014, foi 674% e 659% para as regiões Nordeste e Sul, respectivamente, superior ao aumento observado em todo o Brasil (285%).

FIGURA 36. Região geográfica da instituição de ensino superior de origem.



Região geográfica da instituição de ensino superior cursada pelos egressos da pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014. Dados apresentados em função do quinquênio de titulação dos egressos. Notas adicionais: i. Dados excluem a Universidade de São Paulo; ii- Categoria "Outros" inclui instituições estrangeiras e currículos sem dados sobre a instituição cursada; iii. O número de currículos analisados varia por quinquênio; iv- O número total de currículos analisados é de 1770 para o período de 1970 a 2014.

Fonte: Própria autora.

É possível, portanto, que a redução observada nos números da região Nordeste possa ser reflexo da expansão do sistema de pós-graduação na região com o passar dos anos, atraindo mais alunos de pós-graduação para os estados nordestinos, em especial aqueles que já moram na região. Contudo, este não pode ser considerado o único fator responsável pela mudança no perfil dos egressos, uma vez que, a despeito do crescimento dos programas de pós-graduação observados na região Sul, o número de egressos do IQUSP graduados nessa região aumentou também. Dessa forma, pode-se inferir que não há somente um fator determinante na escolha do local onde as pessoas decidem cursar a pós-graduação. Fatores de ordem subjetiva poderiam

contribuir para essa decisão, incluindo, por exemplo, os vínculos afetivos estabelecidos em determinadas localidades.

9.4.2.3 Curso de graduação

Do total de cursos assinalados, 62% são de “química ou engenharia química”, 16% de “biologia ou biomedicina” e 12% de “farmácia ou bioquímica”. Outros cursos e currículos sem informação a respeito somaram os 10% restantes. Esses dados variam bastante conforme o programa de pós-graduação cursado pelo egresso.

Para o Programa de Química, 85% dos cursos são de “química ou engenharia química” e 6% são de “farmácia ou bioquímica”. No Programa de Bioquímica, o quadro é mais heterogêneo: 44% dos cursos são de “biologia ou biomedicina”, 23% são de “farmácia ou bioquímica” e 20% são de “química ou engenharia química”. Temporalmente, para o Programa de Química, a frequência de ocorrência do curso de “química ou engenharia química” vem aumentando gradualmente desde o quinquênio 1980, passando de 68%, nesse período, para 93% no quinquênio mais recente. Para o Programa de Bioquímica, não se identifica uma tendência clara e, nas duas últimas décadas, os porcentuais do curso de “biologia ou biomedicina” oscilaram entre 45% e 52%, enquanto os cursos de “farmácia ou bioquímica” e de “química ou engenharia química” revezaram-se na segunda e na terceira colocações.

Para fins de comparação, Braga e Azevedo (2002) reportaram que 92,1% (mestres) e 82,1% (doutores) dos egressos de Química da USP graduaram-se em química, taxas que decresciam para 69,4% (mestres) e 68,9% (doutores) quando se analisavam os resultados globais para diferentes instituições. Em outro trabalho, Braga (2002) pontuou que 86,1% (mestres) e 59,5% (doutores) dos egressos de Bioquímica da USP graduaram-se em ciências biológicas, porcentagens que diminuíam para 45,6% (mestres) e 44,6% (doutores) para os resultados abrangendo diferentes instituições. Ambos os levantamentos cobriram a maior parte da década de 1990.

A análise desses números aponta que: i. o curso de química permanece sendo o curso de graduação mais comum entre os egressos da Química; ii. o curso de ciências biológicas, entre os egressos da Bioquímica, não apresenta o mesmo destaque como curso de graduação quanto na década de 1990; iii. de modo geral, nota-se um perfil mais multidisciplinar do Programa de Bioquímica, ao menos no que se refere à formação acadêmica dos seus alunos.

Acerca do perfil mais multidisciplinar dos egressos da Bioquímica, vale lembrar que a disciplina de bioquímica é ministrada não apenas nos cursos de química e biologia, mas também em todos aqueles da área de saúde, incluindo farmácia e biomedicina, por exemplo. Com isso, alunos com diferentes formações podem se interessar por essa área e, uma vez formados, ingressarem em programas de pós-graduação que contemplem tal campo de pesquisa.

É interessante pontuar ainda que programas de pós-graduação em bioquímica tradicionalmente são oferecidos por institutos da área de ciências biológicas, sendo o IQUSP um dos poucos institutos de química a ter um programa de bioquímica. Ainda cabe frisar que nenhum dos dois programas de pós-graduação do IQUSP faz qualquer restrição ao curso de graduação realizado pelo candidato à pós-graduação no momento da inscrição, ou seja, os candidatos podem ter qualquer formação acadêmica, desde que a IES seja devidamente reconhecida pelos órgãos competentes.

Nas próximas seções, serão apresentadas informações adicionais que foram pesquisadas para os currículos atualizados há um ano ou menos. Tais resultados referem-se a 50% dos egressos da pós-graduação ou a 60% dos egressos cujo currículo foi localizado.

9.4.3 Pós-Graduação e Pós-Doutoramento

9.4.3.1 Doutorado sanduíche

Do total de alunos que obtiveram o título de doutor no IQUSP, 7% desenvolveram parte de suas pesquisas fora do Instituto. Temporalmente, os casos de doutorado sanduíche vêm aumentando desde a década de 1990, com valores maiores no quinquênio mais recente. Para ambos os programas, os dois países de destino mais frequente são Estados Unidos e Alemanha, que correspondem, respectivamente, a 55% e 14% das ocorrências para o Programa de Bioquímica e 29% e 16% das ocorrências para o Programa de Química. Entretanto, acredita-se que parte dos alunos que fizeram esse estágio não o informa (ou não o faz com clareza) no currículo. Atualmente, é possível explicitar a realização de doutorado sanduíche na seção “formação acadêmica” do currículo Lattes, em conjunto com os dados do doutorado. Porém, em muitos currículos, essa informação, quando inserida, tende a ser encontrada na seção “atuação profissional” ou no “resumo” redigido pelo autor. Em razão disso, é provável que o resultado encontrado neste trabalho esteja subestimado e que, portanto, o número de egressos que fizeram doutorado sanduíche deva ser maior.

9.4.3.2 Pós-graduação fora do IQUSP

Entre aqueles que fizeram somente o mestrado no IQUSP, 14% cursaram o doutorado em outra instituição, dentro da própria USP ou fora. Logo, para a maior parte desses egressos (86%), o curso de mestrado representa um último estágio da formação acadêmica, na perspectiva da pós-graduação stricto sensu. Já entre aqueles que fizeram apenas o doutorado no IQUSP, 23% cursaram o mestrado em outra instituição. Esse dado indica que é alto o índice de doutorado direto no IQUSP. De modo geral, portanto, parece ser baixo o número de egressos que cursaram os dois níveis de pós-graduação em instituições distintas.

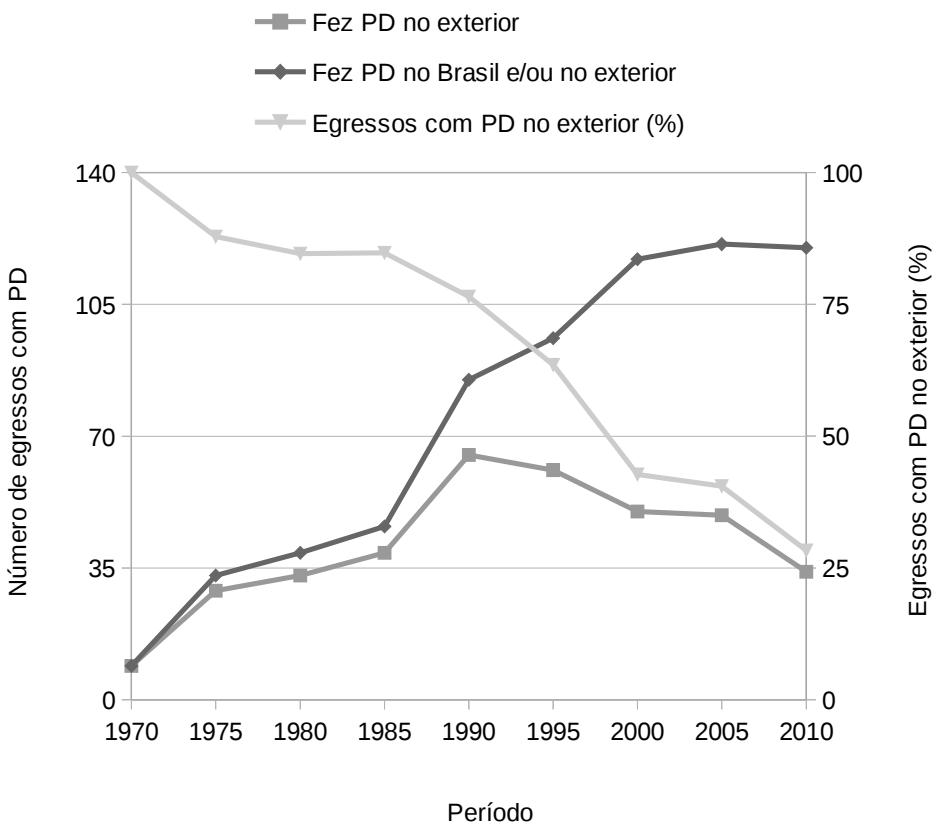
9.4.3.3 Estágio de pós-doutoramento

Do total de egressos que fizeram doutorado (no IQUSP ou em outra instituição), 41% fizeram PD e, dentre esses, 55% o fizeram fora do Brasil. Esses porcentuais são um pouco maiores para o Programa de Bioquímica (45% e 59%, respectivamente) do que de Química (39% e 53%, respectivamente). Segundo Braga (2002), 63% dos egressos doutores do Programa de Bioquímica da USP, na década de 1990, declararam ter feito ou estarem fazendo estágio de PD; para os doutores egressos da Química, no mesmo período, esse porcentual foi de 40% (Braga e Azevedo, 2002).

Quanto ao país onde se fez o PD, os três mais recorrentes foram, em ordem decrescente, Estados Unidos, Reino Unido e França. Essas colocações são as mesmas para os Programas de Bioquímica e Química, embora o destaque dos Estados Unidos seja maior no primeiro (54%) do que no segundo (33%). Em uma análise temporal, observa-se uma tendência de queda na frequência de ocorrência dos Estados Unidos, para ambos os programas, nos três últimos quinquênios, acompanhada de um aumento na frequência de ocorrência de Reino Unido e França. Esses resultados podem refletir, em parte, as redes de colaborações estabelecidas entre o grupo de pesquisa do qual o aluno fez parte durante a pós-graduação e pesquisadores de laboratórios estrangeiros, além de convênios estabelecidos entre instituições. Também podem indicar locais onde o egresso considera que pode encontrar melhores condições para dar prosseguimento aos seus trabalhos, conforme a linha de pesquisa desenvolvida.

Temporalmente, também se pode afirmar que é crescente o número de alunos com doutorado que fazem o estágio de PD, o que pode estar vinculado à maior exigência acadêmica por aperfeiçoamento profissional, inclusive para ingresso na carreira acadêmica. Em contrapartida, o número de egressos que fazem estágio de PD no exterior vem declinando desde a década de 1990. A análise conjunta dessas duas tendências revela que o porcentual de egressos que fazem PD no exterior diminui gradualmente ao longo de todo o período de 1970 a 2014, conforme mostrado na figura 37.

FIGURA 37. Pós-doutoramento no Brasil e no exterior.



Realização e local de estágio de pós-doutoramento (PD) pelos egressos da pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014. Dados apresentados em função do quinquênio de titulação dos egressos. Notas adicionais: i. Egressos podem ter cursado o doutorado no IQUSP ou em outra instituição; ii. O número de currículos analisados varia por quinquênio; iii. Dados correspondentes a currículos atualizados há 1 ano ou menos à época do levantamento.

Fonte: Própria autora.

De acordo com dados da CAPES, houve crescimento no número de bolsas de PD concedidas. Nas áreas de ciências biológicas II e química, o número total de bolsas de PD concedidas em 2002[44] foi 22, enquanto em 2014 foi 388, ou seja, 17,6 vezes o número anterior (CAPES, 2018). É possível que essa maior oferta de bolsas esteja motivando a atuação dos egressos como pesquisadores pós-doutores, porém, tal atuação tem se concentrado dentro do Brasil.

Quanto à duração do estágio, 74% fizeram PD por até 3 anos e 26% por mais de 3 anos. Nesse aspecto, há diferenças entre os Programas de Bioquímica e Química: no primeiro, o tempo de PD superior a 3 anos é verificado para 38% dos egressos que fizeram o estágio; no segundo, o tempo superior a 3 anos corresponde a 18% dos egressos que fizeram o estágio. O

44 A concessão de bolsas de PD pela CAPES inicia-se em 2000, contemplando as diferentes áreas de avaliação de forma gradual. As áreas de química e ciências biológicas II começam a receber bolsas de PD a partir de 2000 e 2002, respectivamente (CAPES, 2018).

período superior a 3 anos vem aumentando ao longo dos quinquênios, de forma um pouco mais expressiva entre os egressos do Programa de Bioquímica. Dos egressos titulados no quinquênio de 2005, com registro de PD no currículo, 54% e 23% deles fizeram (ou estão fazendo) PD por mais de 3 anos, considerando-se os Programas de Bioquímica e Química, respectivamente[45]. Tais resultados podem sinalizar que os doutores vêm encontrando alguma dificuldade para ingressar na carreira docente ou mesmo de pesquisador, mas com vínculo profissional outro que não o de PD.

Em conjunto, esses resultados mostram que o estágio de PD é menos frequente e menos duradouro entre os egressos do Programa de Química, o que pode sugerir que, para estes, há mais oportunidades profissionais (dentro ou fora do campo de pesquisa), caso se entenda o PD como uma atuação profissional interina, ou seja, precedendo o ingresso em uma carreira profissional com vínculo permanente estabelecido.

Não obstante, é importante salientar que o estágio de PD pode ser realizado por profissionais que já atuam como docentes universitários. Esse foi um dos aspectos observados nesta pesquisa. Embora não se tenha registrado esses dados de forma sistemática, verificou-se que, entre aqueles que fizeram o PD após contratação como docente, o tempo de PD tendia a ser menor ou com um caráter intermitente. Tal situação mostrou-se mais frequente antes dos anos 2000 principalmente. Em tempos recentes, tem sido mais comum a realização do PD tão logo se termine o doutorado e de forma ininterrupta, até o ingresso na carreira docente.

9.4.4 Atuação Profissional

9.4.4.1 Origem e destino

Pesquisou-se a região do país em que os egressos estão atuando profissionalmente, correlacionando-se os dados obtidos com sua região de origem. Os resultados dessa análise são apresentados na tabela 12. Os valores numéricos mostrados na interseção de duas regiões da tabela representam, em números absolutos, a quantidade de egressos que cursou a graduação e que exerce atividade profissional nas respectivas regiões indicadas.

45 Esses porcentuais diminuem no intervalo de 2010 a 2014. No entanto, como a pesquisa foi feita entre 2015 e 2016, considerou-se prematuro fazer inferências sobre a duração do PD para egressos titulados neste último quinquênio.

TABELA 12. Região onde os egressos da pós-graduação do IQUSP atuam profissionalmente em função da região onde cursaram a graduação.

Origem	Destino					
	SE	S	NE	CO	N	Total
USP	361	19	8	4	3	395
SE	288	19	9	17	5	338
S	44	40	7	6	0	97
NE	15	2	51	2	0	70
CO	4	2	0	9	0	15
N	2	0	1	0	4	7
Total	714	82	76	38	12	922

Siglas: SE: região Sudeste; S: região Sul; NE: região Nordeste; CO: região Centro-Oeste; N: região Norte. Apesar de a Universidade de São Paulo (USP) estar localizada na região Sudeste, optou-se por indicar os dados referentes à mesma de forma individualizada, explicitando o destaque dessa instituição como Instituição de Ensino Superior de origem. Os dados apresentados correspondem a currículos atualizados há 1 ano ou menos à época do levantamento. As co-ocorrências entre categorias estão salientadas em escala de tons de cinza, tanto mais escuros quanto maiores os valores obtidos.

Pela análise dos valores totais, verifica-se que mais de 90% dos egressos trabalham nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, sendo a região Sudeste aquela em que a população de egressos mais está concentrada (77%). O estado de São Paulo, em particular, é o local de atuação profissional de 67% dos egressos. A mesma ordem de grandeza é encontrada para a distribuição dos egressos por região onde cursaram a graduação. A expressividade da região Sudeste nesses aspectos pode ser atribuída a alguns fatores, dentre eles se destacam: a região responde por 55,3% do Produto Interno Bruto do país (IBGE, 2015); ser a região com maior número de indústrias químicas; ser a região com maior número de IES, públicas e privadas (INEP, 2016). Devido a tais fatores, é plausível que a região Sudeste concentre um elevado número de estudantes de nível superior e ofereça mais oportunidades de trabalho aos egressos.

A escala de cinza aplicada à tabela indica a expressividade dos dados em termos comparativos, acusando os valores mais altos de co-ocorrência de dados. Pela análise dessa escala, nota-se que os egressos tendem a trabalhar na mesma região geográfica onde cursaram a graduação. Isso pode ser resultado de vínculos existentes com a região de origem, tais como relações familiares, embora não seja possível assumir, com a análise realizada, que os egressos são naturais da mesma região onde fizeram a graduação.

Para facilitar a compreensão dos dados, os números apresentados na tabela 12 foram divididos pelo número total de egressos graduados em cada região, obtendo-se, conforme o caso, a taxa de retorno para a região de origem, de migração para outras regiões ou simplesmente de permanência na mesma região. A análise dos dados obtidos é mostrada na tabela 13.

TABELA 13. Distribuição porcentual das regiões de trabalho dos egressos da pós-graduação do IQUSP em função da região onde cursaram a graduação.

Origem	Destino					
	SE	S	NE	CO	N	Total
USP	91	5	2	1	1	100
SE	85	6	3	5	1	100
S	45	41	7	6	0	100
NE	21	3	73	3	0	100
CO	27	13	0	60	0	100
N	29	0	14	0	57	100

Siglas: SE: região Sudeste; S: região Sul; NE: região Nordeste; CO: região Centro-Oeste; N: região Norte. Apesar de a Universidade de São Paulo (USP) estar localizada na região Sudeste, optou-se por indicar os dados referentes à mesma de forma individualizada, explicitando o destaque dessa instituição como Instituição de Ensino Superior de origem. As porcentagens foram calculadas em função do total de graduados por região. Os dados apresentados correspondem a currículos atualizados há 1 ano ou menos à época do levantamento. Na escala de cinza aplicada à tabela, tons mais escuros acusam valores mais altos de porcentagem.

Os resultados apontam que quase 95% dos egressos que se graduaram na USP permanecem na região Sudeste. Além disso, observa-se que a taxa de retorno do egressos para a sua região de origem é superior a 40% em todas as regiões. Evidencia-se ainda que a região Sul vai na contramão da tendência identificada para as outras regiões. Ou seja, os egressos que se graduaram na região Sul tendem a continuar na região Sudeste (45%) em vez de voltarem para o Sul (41%), muito embora a diferença porcentual seja pequena. A região Sudeste também se destaca por ser a segunda região que mais atrai os egressos que se graduaram no Nordeste, no Centro-oeste e no Norte. Por programa de pós-graduação, o perfil dos egressos é muito similar quanto à região atual de trabalho, repetindo-se a tendência de os egressos trabalharem na mesma região onde cursaram a graduação ou de permanecerem na região Sudeste.

Em estudo com pesquisadores vinculados a INCTs, Furtado et al. (2015) também identificaram a tendência de os pesquisadores atuarem profissionalmente nas mesmas regiões onde se graduaram. Dos pesquisadores que trabalhavam em São Paulo e nas regiões Sudeste, Nordeste e Norte, mais de 70% deles haviam cursado a graduação nesses mesmos locais. Esse resultado acusa, entre os sujeitos pesquisados, uma alta taxa de retorno para suas regiões de origem ou uma alta taxa de permanência, dependendo da região onde a pós-graduação foi cursada. Assim, o trabalho de Furtado et al. (2015) corrobora os resultados encontrados neste estudo, que indicam o retorno de parte dos pós-graduados para suas regiões de origem.

É interessante ressaltar que a não permanência dos egressos na região Sudeste, após a obtenção do título de mestre ou doutor, significa que os programas de pós-graduação do IQUSP estão contribuindo para a formação de pesquisadores e especialistas que irão trabalhar em diferentes regiões do país. Como docentes, os egressos podem fomentar o desenvolvimento da pesquisa e elevar a qualidade do ensino nas universidades onde atuarem profissionalmente, o

que é particularmente relevante para as regiões nas quais faltam recursos humanos especializados para melhorar esses indicadores. Alternativamente, eles podem contribuir para a criação de redes de colaboração entre o IQUSP e outras instituições.

Em uma perspectiva histórica, propõe-se que o IQUSP, em um primeiro momento, tenha atraído muitos alunos que encontravam poucas opções de programas de pós-graduação fora de São Paulo. Em um segundo momento, a pós-graduação do IQUSP passou a ser uma referência para outros programas, cuja difusão pelo país ainda era incipiente. Finalmente, com o aumento no número de polos de pesquisa de excelência, o IQUSP tornou-se, além de referência de qualidade, peça-chave na formação de redes de colaboração entre pesquisadores.

É preciso atentar, no entanto, que a validação de tal proposição requereria uma análise temporal do destino dos egressos, ou seja, determinar para que região e instituição eles foram assim que se formaram, o que não foi investigado neste estudo.

Reitera-se ainda que o levantamento da região de atuação profissional foi realizado somente para currículos atualizados há um ano ou menos à época da coleta de dados. Além disso, foram contabilizados apenas os casos em que o egresso informava a IES de origem e dados que permitissem inferir qual a região de atuação profissional, sendo que trabalho como PD não foi considerado como atuação profissional nos critérios dessa análise. Tais fatores também limitam o alcance da análise em relação ao universo total de egressos.

9.4.4.2 Atividade profissional exercida

Em uma análise global, a maior parte dos egressos trabalha em setores muito envolvidos com pesquisa: 59% em universidades e 12% em institutos de pesquisa. Porcentuais similares foram obtidos para os dois programas de pós-graduação.

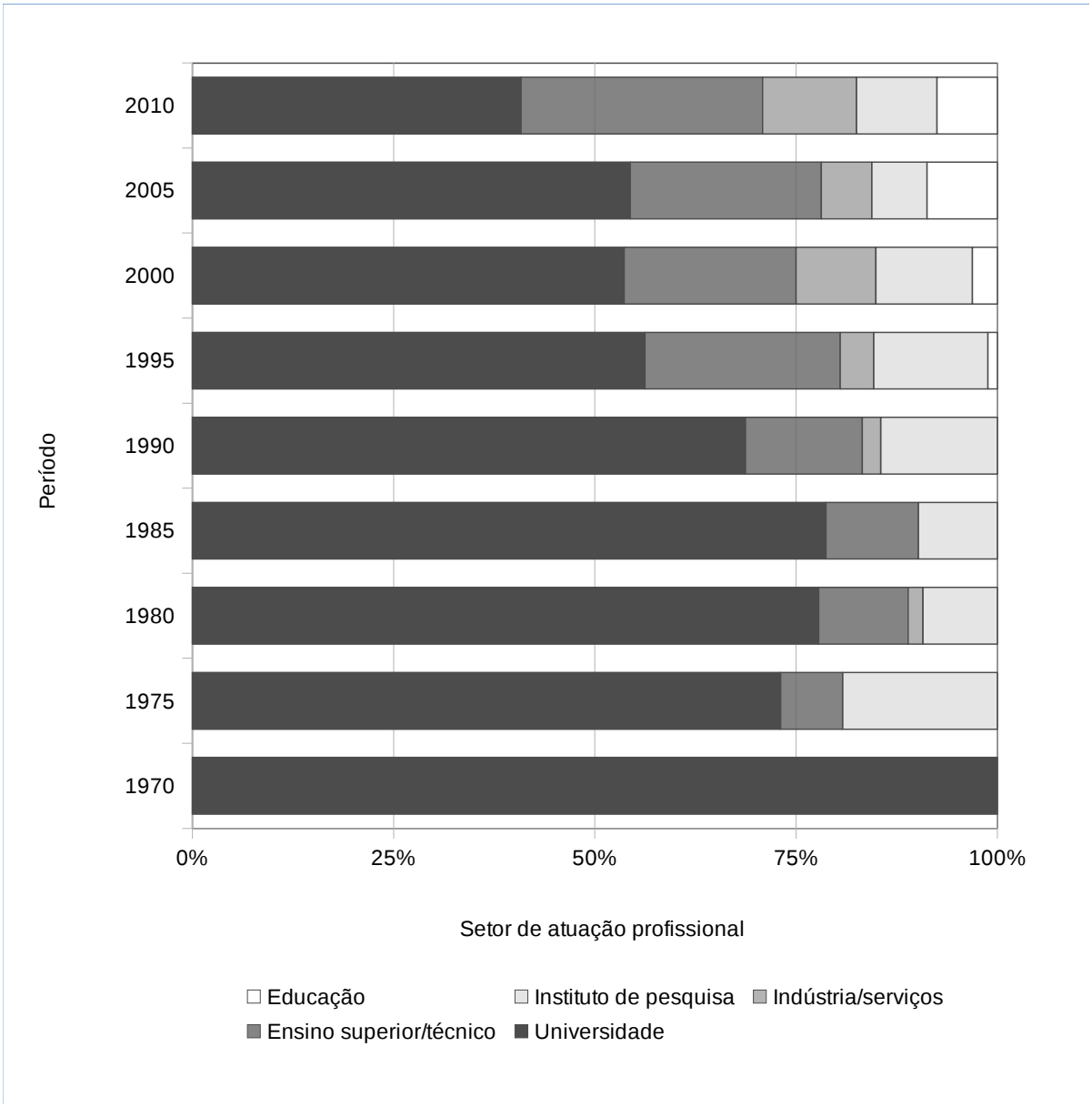
Esse resultado já era esperado, uma vez que a criação do currículo Lattes e a sua atualização são motivadas, sobretudo, pela atuação em atividades de pesquisa. Já a superioridade das universidades em relação aos institutos de pesquisa, quanto a esse resultado, pode ser atribuído ao fato de que a maior parte das pesquisas no Brasil é feita em instituições públicas, que são universidades, em sua maioria. Logo, os pós-graduados que pretendem trabalhar desenvolvendo pesquisas ingressam nesse tipo de instituição, onde ocupam o cargo de professor.

Os setores “ensino superior/técnico”, “indústria e/ou serviços” e “educação” correspondem, respectivamente, a 20%, 6% e 3% do total de vínculos profissionais assinalados. A atuação nesses três setores e, ao mesmo tempo, a manutenção de um currículo Lattes atualizado podem significar que o Lattes tem sido requisitado e valorizado também nesses setores, sendo mais provável que isso ocorra no ensino superior. Mas também podem significar uma atuação concomitante no meio acadêmico e em outros setores, como, por exemplo, o trabalho como professor de educação básica em paralelo com estágio de PD.

Segundo Braga (2002) e Braga e Azevedo (2002), os egressos dos Programas de Bioquímica e Química da USP também trabalhavam, em grande parte, com atividades que envolviam pesquisa. Na Bioquímica, 47% (mestres) e 86% (doutores) dos egressos afirmaram trabalhar com pesquisa; enquanto, na Química, esses porcentuais foram de 72% (mestres) e 89% (doutores). Apesar de os critérios metodológicos adotados nesses trabalhos e na presente pesquisa não serem exatamente os mesmos, pode-se afirmar que atividades de pesquisa continuam a ser a atuação profissional da maior parte dos egressos de ambos os programas.

A análise temporal desses dados é apresentada na figura 38, que mostra uma discreta mudança no perfil de atuação profissional dos egressos conforme o período de titulação. É possível notar que, para titulados em tempos mais recentes, outros vínculos, que não com a universidade, têm se mostrado mais recorrentes em termos proporcionais - situação compreensível considerando-se que pode levar um tempo variável entre a obtenção de um título e aprovação em um concurso para docente. Dentre outros fatores aventados para explicar essa diversificação, destacam-se: i. número de IES privadas cresceu mais que o número de IES públicas nas duas últimas décadas (INEP, 2016); ii. possível aumento da concorrência por vagas na carreira docente em universidades; iii. possível aumento das oportunidades de trabalho para pessoas com pós-graduação, inclusive em setores que, tradicionalmente, não requerem o Lattes; iv. visão mais abrangente do Lattes, com a inclusão e valorização de atividades profissionais outras que não ligadas à pesquisa.

FIGURA 38. Área de atuação profissional dos egressos.



Área de atuação profissional dos egressos da pós-graduação do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQUSP) no período de 1970 a 2014. Dados apresentados em função do quinquênio de titulação dos egressos. Notas adicionais: i. O número de currículos analisados varia por quinquênio; ii- Dados correspondentes a currículos atualizados há 1 ano ou menos à época do levantamento.

Fonte: Própria autora.

9.4.4.2.1 Universidade

Dada a alta ocorrência da categoria “Universidade”, pesquisou-se em quais universidades os egressos estariam trabalhando. Foram identificadas 66 universidades diferentes, considerando-se os egressos do IQUSP como um todo. Dentre estas, as instituições paulistas USP, Unicamp, Unesp, UFSCar, UFABC e Unifesp correspondem a 58% do total de ocorrências,

ou seja, dos egressos que trabalham em universidades, mais da metade deles atua em instituições paulistas. Discriminando-se tais dados por programas de pós-graduação, verifica-se que os egressos do Programa de Química podem ser encontrados em um número maior de universidades (60, contra 37 da Bioquímica) e estão menos concentrados no estado de São Paulo (53% do total de ocorrências, contra 67% da Bioquímica). A maior dispersão dos egressos da Química pode estar relacionada ao fato de que eles estão em maior número, comparados aos egressos da Bioquímica. A maior concentração dos egressos da Bioquímica em São Paulo pode significar que outros estados e regiões do país oferecem menos oportunidades para o desenvolvimento de pesquisas nessa área se comparada à Química. Contudo, de modo geral, o estado de São Paulo destaca-se como destino acadêmico principal dos egressos da pós-graduação do IQUSP. Por outro lado, é válido frisar a quantidade de egressos que atuam fora do estado de São Paulo, em universidades espalhadas por todas as regiões do país, o que corrobora o papel do IQUSP como um núcleo formador de recursos humanos especializados com atuação ampla no país.

9.5 Considerações do estudo

O número de pós-graduados pelo IQUSP aumentou de forma expressiva desde a criação do Instituto. De 1970 a 2014, os Programas de Pós-graduação em Bioquímica e Química outorgaram mais de 2,6 mil títulos para mais de 2 mil alunos. Neste trabalho, foram apresentadas informações sobre o perfil acadêmico e profissional dos mestres e doutores formados por esses programas, tomando-se como fonte de dados os currículos cadastrados na plataforma Lattes.

Dentre os resultados obtidos, ressalta-se a procedência desses alunos, oriundos de outras universidades em sua maioria. O índice de 41% de endogenia encontrado para o IQUSP parece estar dentro do esperado para as universidades de São Paulo e da região Sudeste, cujos cursos de pós-graduação tendem a atrair estudantes externos em maior proporção do que cursos de outras localidades. Considera-se este um fator positivo para os programas, pois, além de confirmar o seu prestígio no meio acadêmico, também contribui para evitar o isolamento institucional, promover a troca de experiências e favorecer o estabelecimento de redes de colaborações. A formação dos pós-graduados ocorre sobretudo em universidades públicas, de onde provém a maior parte dos alunos, a despeito do grande crescimento no número de instituições privadas de ensino superior. A formação acadêmica dos egressos é outro ponto de destaque neste estudo e um diferencial entre os dois programas de pós-graduação: enquanto o Programa de Bioquímica possui alunos com formações mais diversas, constituindo um corpo discente mais multidisciplinar em seu conjunto, o Programa de Química possui um quadro de alunos formados em química em sua maior parte.

Sobre a formação dos egressos no nível de pós-graduação, sublinha-se a vocação da pós-graduação do IQUSP em formar mais doutores do que mestres, haja vista que mais de 70% dos seus alunos saem do Instituto com o título de doutor. A partir desse dado, é possível inferir que grande parte destes alunos tem interesse em seguir carreira acadêmica, embora essa opção possa mudar com o tempo. Em períodos mais recentes, parte dos doutorandos de ambos os programas tem desenvolvido parte de seus estudo em estágios externos, em geral fora do Brasil. Embora o índice de alunos com essa experiência no currículo ainda pareça modesto, em torno de 7%, é esperado que ele aumente com o tempo, principalmente se as políticas de concessão de bolsas se mostrarem mais favoráveis a essa prática. A concessão de bolsas, aliás, pode ter contribuído nos últimos tempos para que um número crescente de egressos prosseguissem na vida acadêmica como pesquisadores pós-doutores. Todavia, a experiência de pós-doutoramento, mais do que uma forma de enriquecer o currículo profissional dos egressos, pode significar também uma dificuldade para se estabelecer um vínculo profissional permanente. Nesse caso, a dificuldade seria maior para os egressos do Programa de Bioquímica, como mostraram os resultados deste trabalho, dada a tendência de períodos cada vez maiores dedicados ao pós-doutorado por esses doutores.

Quanto à atuação profissional, confirma-se, com este trabalho, a visão do Instituto como polo formador de pesquisadores. A maior parte dos egressos trabalha em universidades públicas, que são as instituições onde se desenvolve a maior parte das atividades de pesquisa no Brasil, sendo muito reduzida a oferta de vagas para pesquisadores fora desses locais. As universidades em que pós-graduados trabalham estão localizadas em todas as cinco regiões do país, muito embora concentrados sobretudo na região Sudeste. Tal resultado pode ser um mero reflexo do destaque dessa região como local de origem dos egressos, mas também pode derivar das oportunidades de trabalho mais recorrentes nessa região do país. Ainda em termos geográficos, esta pesquisa apontou a tendência de os egressos da pós-graduação atuarem profissionalmente na mesma região onde se graduaram, o que, para muitos pós-graduados, implica deixar a região Sudeste, estabelecendo-se em outros pontos do país. É pertinente frisar a mudança que vem ocorrendo no perfil de atuação profissional dos egressos, conforme sugerido nos resultados deste estudo, com o menor destaque das universidades como local de trabalho, frente a um aumento das instituições privadas de ensino superior.

É preciso salientar que os dados obtidos neste trabalho retratam o perfil acadêmico e profissional de parte considerável dos egressos da pós-graduação do IQUSP, aqueles cujo currículo foi localizado na plataforma Lattes e, principalmente, possuíam o currículo atualizado. Neste ponto, é pertinente atentar para as limitações de um estudo baseado nessa fonte dados. Conforme já indicado, o cadastro do currículo Lattes não é obrigatório e o preenchimento de informações é passível de erros, imprecisões e falta de atualizações. Além disso, análises longitudinais, como foram feitas nesta pesquisa, são prejudicadas pelo fato de o currículo Lattes ser um banco de dados relativamente recente. Finalmente, mesmo nos casos em que o currículo

é criado, a atualização do mesmo é dependente da permanência ou não do pós-graduado na vida acadêmica, do que decorre um viés relevante deste estudo ao levar em conta somente egressos que se mantêm ativos na pesquisa e no Brasil. Assim, perdem-se dados de muitos egressos de origem estrangeira e pesquisadores que vão atuar fora do país. O mesmo vale para pós-graduados que atuam profissionalmente em setores que não costumam requerer e/ou valorizar o cadastro e a manutenção atualizada de um currículo Lattes, reiterando-se que, proporcionalmente, foram identificados poucos currículos de egressos que trabalham em locais como indústrias e instituições de educação básica.

Por outro lado, alguns fatores corroboram o potencial do currículo Lattes como instrumento de pesquisa em trabalhos dessa natureza. Destaca-se, por exemplo, o elevado porcentual de currículos localizados neste trabalho, índice que aumenta gradualmente com o tempo, expressando a importância que o currículo Lattes assumiu no ambiente acadêmico. O caráter oficial do banco de dados também contribui para que, a despeito de eventuais erros e imprecisões, as informações inseridas no currículo apresentem formalidade e confiabilidade em graus maiores do que aquelas postadas em redes sociais voltadas para o networking. Ressalta-se, ainda, que as supostas motivações dos pós-graduandos de atuarem como pesquisadores implicam a necessidade de manter um currículo atualizado. Em vista do exposto, o Lattes apresenta-se como uma ferramenta de pesquisa útil sobretudo para prospecção de dados mais recentes. A eficiência dessa ferramenta, cabe enfatizar, poderia ser ainda maior, caso os programas de pós-graduação requeressem dos seus alunos a sua identificação (ID) na plataforma Lattes, tal como um documento, o que favoreceria o desenvolvimento de trabalhos com este, visando ao acompanhamento da vida acadêmica e profissional dos egressos.

Por fim, salienta-se que este trabalho forneceu informações valiosas sobre a procedência e o destino dos egressos da pós-graduação do IQUSP, mas também suscitou questões relevantes para pesquisa, como o impacto da concessão de bolsas de pesquisa na formação acadêmica, as taxas de evasão nos cursos de pós-graduação e o destino dos egressos que não seguem vida profissional como pesquisadores, por exemplo. Considera-se que estas, assim como as questões de pesquisa contempladas neste estudo, devam fazer parte de um sistema de avaliação permanente das instituições que oferecem esse nível de ensino, analisando-se o modelo de formação ofertado, as relações entre essa formação e a inserção do egresso no mercado de trabalho, bem como o grau de maturidade dos programas de pós-graduação. Para tanto, é relevante que tais instituições tenham mais informações sobre os seus egressos e estabeleçam canais de comunicação com os mesmos, empregando os instrumentos de pesquisa que se mostrarem mais apropriados.

9.6 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 39, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 39. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Pós-graduação no IQUSP: origem e destino dos egressos”.

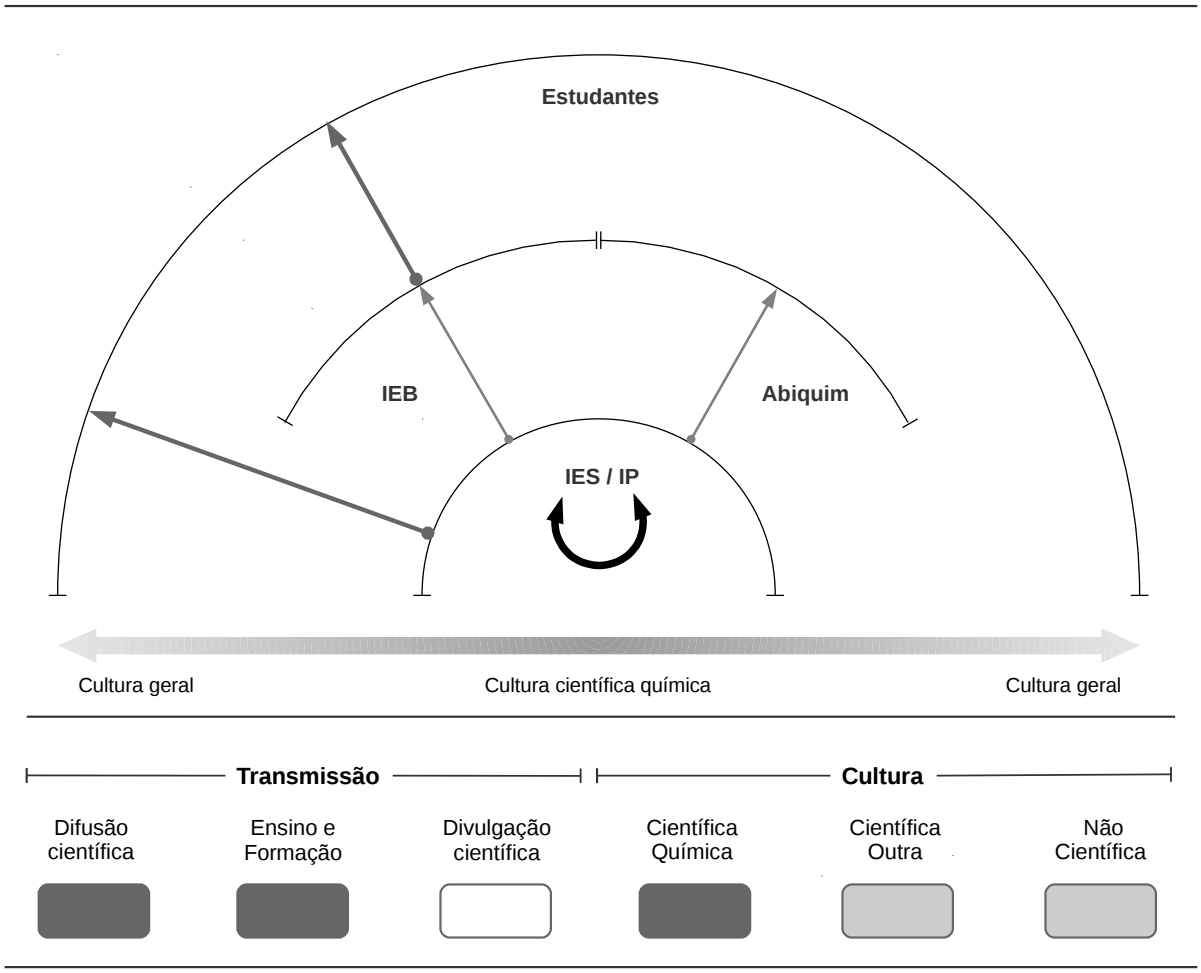


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “Egressos da pós-graduação”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “branco”, “cinza claro” e “cinza escuro” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Abreviações: Abiquim: Associação Brasileira da Indústria Química; IES: Instituição de Ensino Superior; IP: Instituição de Pesquisa; IEB: Instituição de Educação Básica.

Fonte: Própria autora.

9.6.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química”: i. os profissionais da química que atuam nas indústrias químicas, representadas pela Abiquim; ii. os cientistas químicos e docentes de química que atuam em instituições de ensino superior (IES) e instituições de pesquisa (IP), pós-graduados ou em formação; iii. os professores de química, representados pelas instituições de educação básica (IEB). Fora da comunidade de química, foram identificados os estudantes, tanto da educação básica quanto do ensino superior.

Na dimensão “transmissão”, foram assinaladas duas categorias, “difusão científica” e “ensino e formação”, tendo sido atribuído o mesmo peso para ambas.

Na dimensão “cultura”, as três opções foram identificadas no estudo: “cultura científica - química”, “cultura científica - outra” e “cultura não científica”, sendo mais proeminentes os aspectos de cultura científica química.

9.6.2 Análise relacional

Neste capítulo, foram apresentados dados sobre a origem e o destino dos egressos da pós-graduação do IQUSP. Nos termos deste estudo, a transmissão cultural teve como plano de fundo o ambiente universitário, com a formação de mestres e doutores em química e bioquímica. Pode-se considerar, então, que tal transmissão envolveu majoritariamente aspectos de cultura científica, sobretudo no que concerne à área de química. Como há certo nível de interdisciplinaridade nas pesquisas desenvolvidas, assume-se que a cultura científica de outras áreas da ciência também é contemplada.

Além disso, a realização dos cursos de pós-graduação aborda aspectos culturais que vão além dos conhecimentos teóricos e práticas aprendidos nos livros, aulas e bancadas de laboratórios. A formação acadêmica do pós-graduando implica uma troca de saberes e experiências entre docentes, discentes e todos os integrantes da comunidade acadêmica que não é registrada nem formalizada em programas de cursos ou comissões de trabalho; por outro lado, reflete-se na forma como as pessoas concebem a atividade científica e a carreira acadêmica, bem como na maneira como elas entendem as relações dentro da comunidade científica e as relações desta com a sociedade. Logo, assume-se que a formação dos pós-graduandos carrega traços importantes de aspectos culturais intimamente ligados à ciência, mas que também a transcendem.

Essa formação, por sua vez, ocorre principalmente em situações de aulas, seminários, bancas de defesa, congressos e tantas outras marcadas pelo contato direto entre as pessoas inseridas nesse contexto. A finalidade da transmissão cultural fica dividida entre “difusão” e “ensino e formação”. Neste último caso, evidencia-se que a pós-graduação constitui ela própria um nível de ensino, com o objetivo de formar mestres e doutores. No primeiro caso, não se pode

esquecer que a produção científica faz parte do ambiente acadêmico e a difusão científica é o modo pelo qual os cientistas comunicam suas pesquisas dentro da comunidade. Essa é uma tarefa assumida por todos os pesquisadores, sejam eles docentes ou pós-graduandos.

No plano social, destacam-se os cientistas e docentes, pós-graduados ou em formação. Eles se relacionam entre si, principalmente, em situações de ensino e de difusão científica. Quando formados, os egressos da pós-graduação tendem a permanecer em IES e IP, dando continuidade a tais atividades. Parte dos egressos, entretanto, direciona-se para as indústrias ou para a educação básica. Aqueles que atuam como professores de química, assim como os docentes universitários, estabelecem então uma interface com outros grupos sociais, mais especificamente com os estudantes, em especial com aqueles do ensino médio e da educação superior.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. Os conhecimentos compartilhados são próprios da química, principalmente, mas extrapolam essa área do saber ao refletir aspectos culturais que não se limitam à química nem mesmo à ciência;

ii. A difusão científica e o ensino e a formação mostram-se as principais formas de transmissão cultural enquanto o pós-graduando está em formação e também depois, na condição de egresso, considerando seu ingresso no mercado de trabalho;

iii. Dentro de um contexto de pós-graduação, as relações sociais naturalmente tendem a se concentrar no interior da comunidade de química, sendo mais discreta a interface estabelecida com outros grupos sociais.

10 Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina

Neste capítulo, são discutidas as relações entre a química e outras áreas do saber no âmbito dos Prêmios Nobel, concedidos entre 1901 e 2016. No estudo apresentado, analisou-se a influência da química em pesquisas laureadas com o Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina, desde a origem da premiação, há mais de um século. Além disso, foram exploradas regiões de interseção entre tais áreas e a química, cujos Prêmios Nobel também foram avaliados. Na leitura deste capítulo, as interfaces entre as diferentes áreas do saber assumem um grande destaque, mas cabe lembrar que a geração e a transmissão de conhecimentos ocorrem em um contexto de atividade científica, um empreendimento de caráter social e histórico.

Este estudo foi apresentado no 46th World Chemistry Congress, que ocorreu em 2017.

10.1 Introdução

A pesquisa interdisciplinar apresenta uma importância crescente no âmbito da ciência. Em número especial da Nature publicado em 2015, o assunto foi tratado em termos qualitativos e quantitativos. Quanto aos aspectos numéricos, os dados mostraram o aumento, de 1950 a 2010, no número de artigos que poderiam ser considerados interdisciplinares, bem como no número de trabalhos que se autointitulam “interdisciplinares”, um indicativo da valorização desse perfil de pesquisa (Noorden, 2015). Qualitativamente, ressalta-se que a solução dos principais problemas do mundo demanda uma abordagem interdisciplinar por parte dos cientistas (Ledford, 2015). Embora seja difícil de conceituar, uma das definições existentes estabelece que a pesquisa interdisciplinar:

> integrates information, data, techniques, tools, perspectives, concepts, and/or theories from two or more disciplines or bodies of specialized knowledge to advance fundamental understanding or to solve problems whose solutions are beyond the scope of a single discipline or field of research practice (National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine, 2005, p. 26).

Desse modo, a depender do problema que se pretende solucionar, realizar uma pesquisa científica de caráter interdisciplinar deixa de ser uma opção e torna-se a única via possível, dada a complexidade do problema e a especificidade da formação de cada cientista. Para dar conta da pesquisa, cabe ao cientista ampliar a abrangência dos seus conhecimentos ou recorrer a colaborações com outros especialistas. Em um caso ou outro, a pesquisa desenvolvida apresentará aspectos de todas as disciplinas envolvidas, sendo difícil definir os seus limites.

Na impossibilidade de se delimitar fronteiras nítidas para os conhecimentos científicos, a atribuição dos créditos de uma pesquisa a uma ciência ou outra pode determinar qual área torna-se conhecida por um avanço científico e qual área fica em segundo plano. Em matéria da Nature (Adam, 2001), a questão foi abordada com foco na química, discutindo-se o mérito e o reconhecimento dessa ciência frente a pesquisas científicas de difícil atribuição de autoria disciplinar. No referido artigo, químicos consultados pela revista questionaram a apropriação de descobertas da química por outras ciências, incluindo a física, a biologia e a medicina. As origens dessa apropriação estariam na falta de iniciativa dos próprios químicos de divulgar o seu trabalho, além de estarem relacionadas com uma dificuldade intrínseca de se explicar a química para um público amplo. Seja por qual motivo for, o fato é que muitas pesquisas em química parecem não ser compreendidas, independentemente do contexto em que estejam inseridas.

O Prêmio Nobel em Química (PNQ) e o Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina (PNFM) concedidos em 2015 prestam-se particularmente a essa discussão. O primeiro foi dado pelos estudos sobre os mecanismos de reparo do DNA, enquanto o segundo foi dado pelo desenvolvimento de novas terapias contra parasitoses. A respeito do PNFM, pode ser difícil reconhecer, à primeira vista, a relevância da química na pesquisa premiada, uma vez que não é óbvio que esse trabalho requereu o isolamento, a purificação e a produção sintética de compostos naturais; porém, é indiscutível o caráter “médico” de uma pesquisa associada ao combate de doenças. O PNQ, por sua vez, foi mais controverso, posto que o DNA é comumente associado à biologia e, por extensão, à medicina. Isso foi bem evidenciado, por exemplo, em matéria publicada no jornal inglês “The Economist”, logo após a divulgação do prêmio. Com o título “Why is the Nobel prize in chemistry given for things that are not chemistry?” (The Economist, 2015), o texto tentou explicar por que o estudo em questão poderia ser considerado próprio da química.

Nesse contexto, a falta de reconhecimento da importância da química contrasta com o fato de que ambas as pesquisas são interdisciplinares e muito do seu valor e impacto está relacionado a essa natureza interdisciplinar. Assim, diante da relevância de pesquisas do gênero, é plausível o argumento de que é improdutiva ou indevida a tentativa de se classificar um estudo em uma categoria ou outra, pois o mais importante seriam os resultados obtidos. Contudo, o nome que se dá a algo faz sim diferença, especialmente quando é pelo nome que, ao menos em um primeiro momento, este algo será reconhecido e valorado (Adam, 2001).

Os estudos na área de química, aliás, apresentam grande potencial de contribuir para o desenvolvimento de outras pesquisas, como aquelas da medicina. Smith (2005) corrobora essa ideia, enfatizando que muitos avanços da medicina estão associados à química, embora o público leigo nem sempre seja capaz de fazer tais conexões. Isso pode estar associado, entre outros fatores, à imagem pública da química. No trecho que se segue, extraído de uma notícia de jornal, a palavra “química” está vinculada mais diretamente ao termo “tumores malignos”, de

conotação negativa, do que ao termo “droga”, que pode ser interpretado como medicamento e, como tal, remete à medicina.

> A nova droga produzida a partir do açafrão-do-prado (Colchicum autumnale) circula na corrente sanguínea, mas só é ativada por uma substância química emitida por tumores malignos (extraído de “Droga com flor do Egito antigo combate câncer em cobaias”, Folha de S. Paulo, 12 set. 2011).

Em relação às notícias de jornal, é interessante pontuar ainda que, ao menos no contexto brasileiro, as pesquisas em química divulgadas nesse veículo de comunicação apontam a área da saúde como aquela que mais faz uso dos conhecimentos em química (Teruya et al., 2013)[46]. Nesse sentido, explorar as aplicações da química na medicina seria uma forma interessante de demonstrar a sua importância aos estudantes que vislumbram seguir carreiras ligadas à área da saúde, mas não pensam na química como uma opção profissional (Smith, 2005).

Em vista disso, este estudo teve como objetivo determinar como a ciência química se faz presente nas pesquisas em fisiologia e medicina, indicando suas possíveis contribuições para o desenvolvimento dessas áreas. Outro objetivo do presente trabalho foi caracterizar as relações existentes entre as pesquisas em química e em fisiologia/medicina, explorando pontos em comum entre elas[47].

10.2 Metodologia

Neste trabalho, utilizou-se como principal fonte de dados para pesquisa o site oficial da Fundação Nobel (Nobel, 2018), consultando-se informações referentes aos PNFM e PNQ. O trabalho foi realizado em quatro etapas, conforme descrito a seguir.

10.2.1 Caracterização dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina

Nesta etapa do estudo, foram analisados somente os conteúdos referentes aos PNFM, que foram classificados de acordo com cinco descritores. A seguir, são apresentados os descritores, as respectivas categorias e, quando pertinente, exemplos que ilustram cada categoria.

---

46 Resultado apresentado no estudo de caso “Imagem pública da química”, na tabela 2 da seção “Resultados e discussão” (página 67).

47 No campo das ciências básicas, reconhece-se a proximidade epistemológica entre a química e a física, que também é contemplada com o Prêmio Nobel. Porém, neste estudo de caso, optou-se por avaliar as relações entre química e medicina/fisiologia por se avaliar que as pesquisas na área de saúde apresentam um destaque considerável no âmbito da divulgação científica; tal destaque, no entanto, nem sempre explicita a relevância da química para as pesquisas divulgadas.

10.2.1.1 Data de concessão do prêmio

Os prêmios foram agrupados em intervalos de tempo conforme o ano de concessão. Os intervalos definidos foram: i. 1901 a 1920; ii. 1921 a 1940; iii. 1941 a 1960; iv. 1961 a 1980; v. 1981 a 2000; vi; 2001 a 2016. Cabe assinalar que, de 1901 a 2016, foram concedidos 107 PNFM. Não ocorreu premiação nos seguintes anos: 1915 a 1918, 1921, 1925, 1940 a 1942.

10.2.1.2 Grau de contribuição da química

Os PNFM foram avaliados quanto à contribuição do conhecimento em química no desenvolvimento das pesquisas premiadas.

Nessa análise, verificou-se o quanto a química mostrava-se presente na pergunta (ou problema) de pesquisa e no resultado da pesquisa, bem como o quanto a química mostrava-se relevante sob o ponto de vista metodológico. Dentre os problemas de pesquisa considerados próprios da química, estão a pesquisa da composição química daquilo que nos cerca, o conhecimento da matéria em seu nível molecular, o entendimento de como uma substância transforma-se em outra, a necessidade ou o interesse em transformar a matéria e de sintetizar produtos novos ou que já existem na natureza. Já os resultados de pesquisa, quando característicos da química, normalmente se referem ao nível submicroscópico da matéria como forma de descrever e explicar os fenômenos, a matéria e suas transformações. Quanto aos aspectos metodológicos, a relevância da química não se manifesta no simples uso de produtos químicos para o desenvolvimento do trabalho, mas sim no emprego de metodologias de análise e síntese que se mostram essenciais para solucionar o problema de pesquisa.

Além desses fatores, cumpre frisar o fato de que o Prêmio Nobel pode ser compartilhado por até três cientistas. Nesses casos, não raro o estudo premiado contempla uma temática comum, mas que foi abordada sob diferentes perspectivas, cada qual tratada por um pesquisador diferente. Dessa forma, é possível que apenas uma parte da pesquisa premiada tenha um viés fortemente químico, enquanto outra apresente elementos mais característicos das ciências biológicas ou médicas, por exemplo. Como cada Prêmio Nobel foi analisado em seu conjunto, foi necessário ponderar a contribuição e o destaque da química em cada pesquisa premiada. Foram propostos quatro graus de contribuição da química:

i. Baixo: O conhecimento em química mostra-se pouco ou muito pouco relevante para a pesquisa premiada. Exemplo: Desenvolvimento da fertilização in vitro (PNFM de 2010);

ii. Médio: A química apresenta algum destaque na pesquisa, mas conhecimentos de outra natureza destacam-se consideravelmente mais. Exemplo: Descoberta da penicilina e seu poder terapêutico no tratamento de várias doenças infecciosas (PNFM de 1945);

iii. Alto: A pesquisa tem um forte viés químico, mas elementos de outras áreas do saber também são necessários para o desenvolvimento da pesquisa e contribuem para a valoração da

mesma. Exemplo: Descoberta de como proteínas recém-sintetizadas são direcionadas para seus destinos corretos no interior das células (PNFM de 1999);

iv. Muito alto: A química mostra-se presente na pergunta, na metodologia e na resposta da pesquisa, que apresenta, em seu conjunto, uma abordagem estritamente química. Considera-se que os prêmios com um grau de relevância muito alto da química são aqueles que se encontram claramente na fronteira do conhecimento e, no entendimento desta pesquisa, poderiam ter recebido o PNQ. Exemplo: Descoberta do ciclo do ácido cítrico (PNFM de 1953).

Calculou-se a frequência de ocorrência de cada categoria para esse descritor.

10.2.1.3 Presença de "químicos" entre os laureados

Buscou-se identificar, entre os laureados, pesquisadores que tivessem formação acadêmica (graduação ou pós-graduação) em química, tivessem sido membros de sociedades científicas de química ou sido homenageados/premiados por elas, tivessem atuado profissionalmente no ensino de química (ministrando cursos ou disciplinas), e/ou trabalhado em alguma instituição de pesquisa em química (departamento, instituto, laboratório). Nesse descritor, a área de "química" compreendeu não apenas a química, isoladamente, mas também áreas do saber interdisciplinares que envolvessem a química, como bioquímica, química medicinal, química fisiológica, por exemplo. Tais informações foram obtidas da seção "Biografia" disponível para cada um dos laureados. As categorias definidas para esse descritor foram: i. nenhum; ii. ao menos um; iii. todos - indicando, assim, o número de "químicos" presentes entre os laureados. É preciso reiterar que o número de laureados por Prêmio Nobel pode variar de um a três. Desse modo, havendo um prêmio com apenas um laureado, assinalou-se a categoria "Todos", caso ele fosse "químico", ou a categoria "Nenhum", caso não fosse.

Determinou-se a frequência de ocorrência de cada categoria para esse descritor.

10.2.1.4 Intervalo de tempo entre publicação da pesquisa e sua premiação com o Nobel

Para cada trabalho, pesquisou-se o ano de publicação dos resultados da pesquisa premiada com o PNFM. Diferentes critérios foram adotados para se definir essa data, haja vista a diversidade de estudos existentes, bem como a complexidade inerente de se estabelecer um marco para uma pesquisa científica que pode se estender por um longo período de tempo.

Desse modo, conforme o caso, registrou-se o ano de publicação do trabalho que representou uma quebra de paradigma científico; completou uma série de descobertas; compilou uma série de resultados obtidos ao longo de uma linha de pesquisa; e/ou tornou-se o mais conhecido relacionado à pesquisa premiada. Alternativamente, a data registrada poderia ser o ano em que determinado tratamento ou procedimento ocorreu com êxito, tornando-se um marco na história da medicina. No caso de trabalhos com mais de um laureado, verificou-se se tais publicações haviam ocorrido em sistema de coautoria ou de forma independente e em datas

distintas. Constatada a segunda possibilidade, registrou-se como dado de pesquisa a data mais antiga.

Uma vez obtida a data de publicação de cada trabalho, determinou-se o intervalo de tempo entre essa data e o ano em que os autores da pesquisa foram agraciados com o Prêmio Nobel, calculando-se ainda a média dos intervalos de tempo obtidos.

10.2.1.5 Objeto de estudo no âmbito da química

Nos estudos em que o grau de contribuição da química foi classificado como “médio”, “alto” ou “muito alto”, analisou-se qual era o principal objeto de estudo da pesquisa, sob a perspectiva da ciência química. A seguir, apresentam-se duas categorias definidas para esse descritor, assim como os aspectos que as caracterizam.

i. Substâncias: Determinação de fórmula, estrutura e/ou conformação molecular; análise de composição química qualitativa e/ou quantitativa; extração e/ou purificação de substância; produção sintética de substâncias novas e/ou naturais feitas com ou sem auxílio de enzimas; modificação estrutural de substâncias novas e/ou naturais feitas com ou sem auxílio de enzimas. Exemplos: Descoberta da estrutura molecular tridimensional do DNA (PNFM de 1962); Descoberta dos efeitos antibacterianos do prontosil, uma sulfonamida sintética (PNFM de 1939).

ii. Interações: Ligações químicas que compreendam a interação entre enzima-substrato, anticorpo-antígeno ou ligante-receptor; vias metabólicas; biossíntese, biodegradação e outras transformações de substâncias de origem biológica. Exemplos: Descoberta da fosforilação reversível de proteínas como mecanismo de controle biológico (PNFM de 1992); Descobertas sobre o mecanismo de regulação e controle do metabolismo do colesterol e de ácidos graxos (PNFM de 1964).

Caso não fosse identificado o predomínio de nenhum desses aspectos, mas sim um equilíbrio entre eles, uma terceira categoria era assinalada: “Substâncias/Interações”.

Calculou-se a frequência de ocorrência de cada categoria para esse descritor.

10.2.2 Paralelos entre os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química

Na segunda etapa da pesquisa, buscou-se estabelecer paralelos entre os PNFM e os PNQ. Para tanto, foram consultadas informações sobre os dois conjuntos de prêmios e, fazendo-se uma análise cruzada dos mesmos, foram identificados os PNFM e os PNQ que atendiam a seguinte condição: abordar a mesma substância (ou classe de substâncias) ou processo bioquímico, ampliando os conhecimentos sobre a mesma, ainda que tratando de problemas de pesquisa diferentes, como caracterização química (composição, fórmula molecular e/ou estrutural, propriedades), síntese, isolamento e/ou purificação, técnica analítica, metabolismo,

mecanismo de funcionamento e papel biológico. Era possível relacionar o estudo de uma área a dois ou mais estudos de outra área.

10.2.3 Abordagem química na resolução de problemas relacionados à fisiologia/medicina

Relações entre química e fisiologia/medicina foram examinadas, buscando-se exemplos de pesquisas que permitissem discutir como os conhecimentos em química instrumentalizaram investigações no campo da fisiologia/medicina e áreas afins; e, por outra perspectiva, como a evolução dos conhecimentos no campo da fisiologia/medicina e áreas afins pode ser associada aos conhecimentos em química.

Essa análise não se restringiu ao escopo dos Prêmios Nobel. Assim, foram tomados como exemplos estudos que ganharam PNFM ou PNQ, além de outros, encontrados na literatura, que se mostraram representativos e pertinentes para a análise em questão.

10.2.4 Interface entre química e fisiologia/medicina

Os trabalhos agraciados com o Prêmio Nobel podem ser categorizados em diferentes campos de pesquisa, definidos pela própria Fundação Nobel, que atribui até quatro campos para cada estudo. Nesta etapa do trabalho, a interface entre química e fisiologia/medicina foi avaliada por meio da análise desses dados. Para tanto, pesquisaram-se campos de estudo em comum entre os PNFM e os PNQ, a fim de se determinar, com base nesse critério, áreas de interseção entre química e fisiologia/medicina.

10.3 Resultados e discussão

10.3.1 A química nas pesquisas em fisiologia/medicina

10.3.1.1 Grau de contribuição da química

Ao todo, 107 PNFM foram analisados quanto ao grau de contribuição da química no desenvolvimento dos trabalhos realizados. A categoria “baixo grau de contribuição” foi atribuída a 49% dos prêmios. As categorias “médio” e “alto” foram assinaladas em 20% e 19% dos prêmios, respectivamente, enquanto a categoria “muito alto” foi atribuída a 12% dos prêmios.

Dentre os prêmios com “baixo grau de contribuição da química”, destacam-se aqueles associados à pesquisa em clínica médica, em que o problema de pesquisa por vezes envolve uma patologia específica para a qual se busca descobrir etiologia, tratamento e/ou técnica

diagnóstica, como, por exemplo, o PNFM de 1928, concedido pelo estudo da forma de transmissão e combate do tifo. Nesses trabalhos, o conhecimento específico da medicina mostra-se fundamental para o seu desenvolvimento. Nesse contexto, os prêmios com baixo grau de contribuição também podem envolver conhecimentos que se estendem pelas ciências biológicas de uma forma mais ampla, não se limitando à ciência médica. Histologia, parasitologia, genética, botânica, embriologia, entre outras, são áreas de estudo da biologia que podem perfeitamente contribuir com a medicina. O trabalho laureado em 1983, por exemplo, requereu conhecimentos de citologia e genética, dentre outros, ao tratar do mecanismo de crossing over na divisão celular.

Graus de contribuição “médio”, “alto” ou “muito alto” começam a surgir à medida que os pesquisadores passam a se preocupar mais com a natureza da matéria e as suas transformações, precisam dos conhecimentos da química para realizarem seus estudos e/ou chegam a respostas que remetem a saberes da química. No trabalho sobre a descoberta das proteínas G e seu papel na transdução do sinal celular (1994), por exemplo, o problema de pesquisa não era propriamente da química (saber como as células se comunicam), mas a resposta, sim, ao destacar a importância de uma classe de biomoléculas e as interações verificadas. Ainda, trabalhos como a descoberta da insulina (1923), da vitamina B12 (1934) e da penicilina (1945), por exemplo, destacaram-se, entre outros motivos, por terem isolado e purificado tais substâncias, de tal modo que seu uso para a prática clínica e a continuidade das pesquisas em medicina foi favorecido. Tais prêmios foram categorizados como “grau de contribuição médio”.

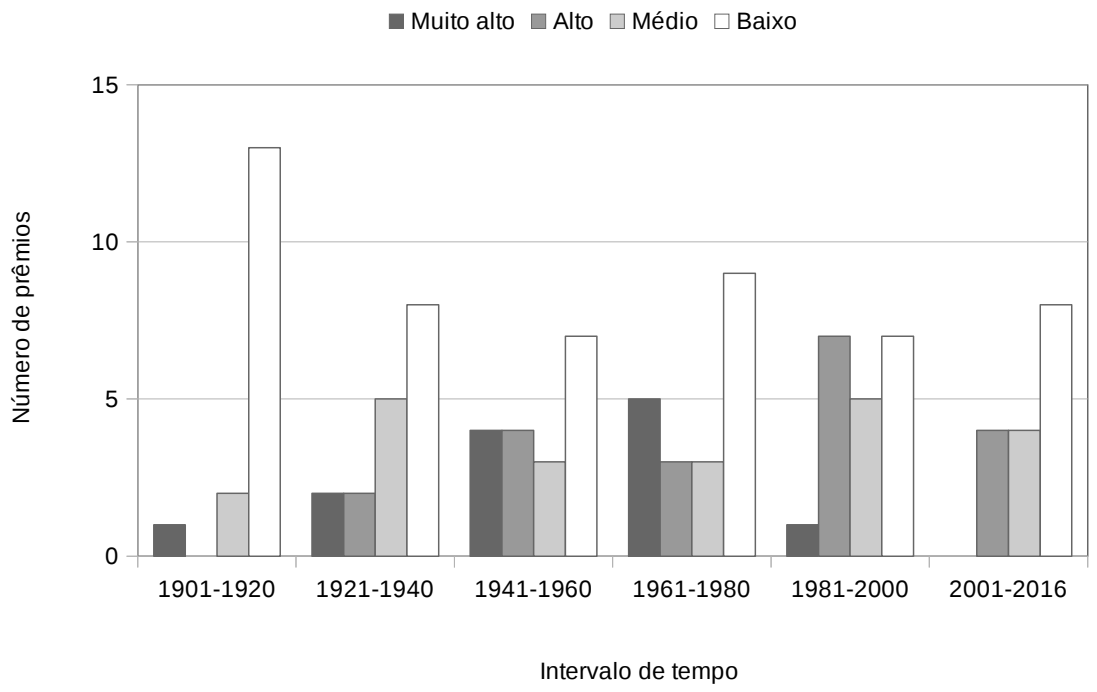
Na categoria “grau de contribuição alto”, os estudos tendem a focalizar a estrutura química das substâncias, as interações em nível molecular, bem como o entendimento de processos biológicos em nível molecular, relacionando estrutura e função sempre que possível. O prêmio de Nobel 2013, por exemplo, foi concedido ao estudo do transporte de substâncias nas células, cuja especificidade deve-se à interação entre grupos químicos presentes nas vesículas de transporte e nos locais de destino dos compostos. Porém, esse trabalho, assim como as pesquisas sobre o sistema olfatório (2004) e a enzima telomerase (2009), apresentam uma abordagem mais interdisciplinar, destacando-se os conhecimentos de citologia e genética nesses casos - motivos pelos quais não foi atribuído “grau muito alto de contribuição” a tais trabalhos. Analogamente, estudos com forte viés químico, mas com abordagens próprias de outras áreas, foram categorizados como “grau alto”, como foi o caso do prêmio de 1922, pelo estudo da relação entre consumo de oxigênio e metabolismo de ácido lático no músculo e, também, pelo estudo sobre a produção de calor no trabalho muscular.

Por outro lado, os prêmios classificados como “grau de contribuição muito alto” correspondem a pesquisas muito relacionadas à química, com poucos atributos de outras áreas do saber. Exemplos de prêmios nessa categoria incluem o estudo do ciclo do ácido cítrico e a descoberta da coenzima A (1953); dos mecanismos de biossíntese de ácidos nucleicos e a

descoberta da DNA polimerase (1959); da estrutura tridimensional do DNA (1962); e do metabolismo do colesterol e de ácidos graxos (1964), entre outros. Pesquisas como essas têm uma forte preocupação com a estrutura química das substâncias e em entender como ocorre a transformação das mesmas. É plausível afirmar, inclusive, que tais estudos poderiam ter ganhado o PNQ, uma vez que eles se encontram nitidamente na fronteira do conhecimento.

A figura 40 mostra como os prêmios, de cada grau de contribuição, estão distribuídos temporalmente, de 1901 a 2016. Reitera-se que, nesse período, não ocorreu premiação nos seguintes anos: 1915 a 1918, 1921, 1925, 1940 a 1942.

FIGURA 40. Grau de contribuição da química nos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina.



Distribuição dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina, conforme o grau de contribuição da química e período em que foram concedidos. Número total de prêmios por grau de relevância: Baixo (52), Médio (22), Alto (20), Muito alto (13).

Fonte: Própria autora.

De acordo com os dados apresentados, os trabalhos classificados como “grau de contribuição baixo” foram premiados, em sua maior parte, no intervalo de 1901 a 1920. Desse período em diante, a porcentagem de pesquisas com esse grau de contribuição pouco variou ao longo do tempo. De fato, a relação dos estudos laureados nesse primeiro vintênio inclui pesquisas que investigam o funcionamento normal do corpo e as moléstias que o acometem sob uma perspectiva que não é própria da área de química. Datam desse período pesquisas como o tratamento da difteria (1901) e do lúpus (1903), o estudo sobre a malária (1907), bem como as descobertas sobre o funcionamento da tireoide e do aparelho vestibular e de suas alterações

(1909 e 1914, respectivamente). Nessa época, tais patologias eram estudadas mais a partir das manifestações clínicas associadas e menos pelos processos bioquímicos subjacentes. O uso de drogas para o tratamento das doenças, por sua vez, era baseado mais no empirismo, principalmente, sendo mais escassos os conhecimentos sobre a composição e estrutura química das substâncias e a sua forma de atuação no organismo.

No outro extremo, tem-se que cerca de 70% dos prêmios com “grau de contribuição muito alto” concentram-se no período de 1941 a 1980. Datam dessa época trabalhos como a síntese de anti-histamínicos e bloqueadores de adrenalina e noradrenalina (1957), a descoberta da estrutura tridimensional do DNA (1962) e a determinação estrutural do anticorpo imunoglobulina (1972). Nota-se, nessas pesquisas, a relevância da estrutura química para os estudos realizados, tratando tanto de substâncias em particular quanto de suas transformações, em sínteses ou biossínteses. A evolução temporal dos trabalhos com “grau de contribuição alto” também apresenta um perfil predominantemente ascendente, concentrando-se no intervalo de 1981 a 2000, com destaque para as pesquisas de biologia molecular, incluindo o estudo sobre fatores de crescimento (1986), o funcionamento de canais iônicos (1991) e o transporte de proteínas nas células (1999). Observa-se, assim, que é crescente a importância da química para o desenvolvimento de pesquisas em fisiologia/medicina.

Os resultados da análise longitudinal não significam, obviamente, que a química não tenha contribuído para o desenvolvimento da fisiologia/medicina nas primeiras décadas do século XX ou mesmo em períodos anteriores, pois já na década de 1920 era reconhecida a importância da química para a medicina. Para evidenciar tal relevância, Stewart (1925), à época Presidente da Academia de Medicina de New York, destacou algumas dessas contribuições, citando, por exemplo, a produção de medicamentos. Ainda segundo o autor, vários problemas da medicina seriam resolvidos apenas quando mais esforços da pesquisa em química fossem empenhados na solução dos mesmos. Abel (1929) também corrobora a influência da pesquisa em química no desenvolvimento da medicina ao afirmar que

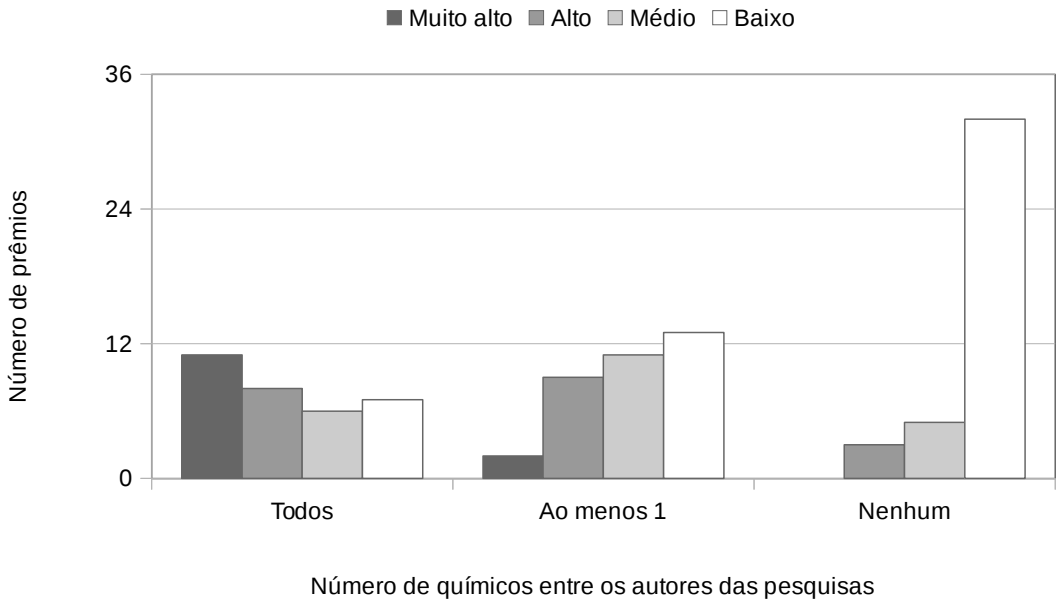
> there is not a single one among the many modern divisions of medicine and surgery that is not dependent to a greater or less degree on the chemical sciences, whether it be in the elaboration of innumerable diagnostic tests, protective sera and vaccines or in the preparation of a host of valuable remedies which either relieve distressing symptoms or effect a cure by destroying an invading and harmful microscopic organism (Abel, 1929, p. 1046).

Entretanto, ao associar um grau de contribuição da química maior a pesquisas que tenham uma abordagem molecular mais clara, inevitavelmente, os resultados encontrados nessa análise também refletem, de certo modo, o próprio desenvolvimento da ciência química. Dessa forma, à medida que o nível submicroscópico assume uma importância cada vez maior nas pesquisas em química, também se verifica a maior influência da química nas áreas de medicina e fisiologia.

10.3.1.2 Participação de pesquisadores da química nos trabalhos

Outro aspecto investigado foi a participação de químicos no desenvolvimento dos trabalhos laureados com o PNFM. Aproximadamente 37% dos trabalhos não são de autoria de nenhum químico. As categorias “todos” e “ao menos um” correspondem a 30% e 33% dos trabalhos, respectivamente. Reitera-se que, neste trabalho, um cientista foi considerado como químico por sua formação acadêmica e/ou por sua atuação profissional na área de química e outras afins. Quando se analisa tal participação segundo o grau de contribuição da química, verifica-se que prêmios com “grau de contribuição baixo” caracterizam-se por ter baixa ocorrência de químicos entre os seus autores. Os autores dessas pesquisas são, mais comumente, cientistas com formações mais próximas da biologia e da medicina. Por outro lado, trabalhos com “grau de contribuição muito alto” apresentam alta ocorrência de químicos entre seus autores, o que é mostrado na figura 41. Do total de trabalhos dessa categoria, apenas a pesquisa que elucidou a estrutura química tridimensional do DNA (1962) não tem químicos entre os autores laureados. Sobre esse trabalho, cabe pontuar que, muito embora a química Rosalind Elsie Franklin tenha contribuído sobremaneira na determinação estrutural da biomolécula, ela não ganhou o Prêmio Nobel. Formalmente, tal fato pode ser explicado por uma resolução do estatuto da Fundação Nobel, segundo a qual apenas pessoas vivas podem ser indicadas para receber o prêmio e Franklin faleceu em 1958. No entanto, os arquivos da fundação revelam que o nome da cientista nunca foi indicado para o Prêmio Nobel, nem de fisiologia/medicina nem de química (Fredholm, 2014), fato que ainda hoje gera controvérsia entre os cientistas (Elkin, 2003).

FIGURA 41. Participação de químicos nos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina.



Distribuição dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina, conforme o grau de contribuição da química e ocorrência de químicos entre os laureados. Número total de prêmios por grau de relevância: Baixo (52), Médio (22), Alto (20), Muito alto (13).

Fonte: Própria autora.

No aspecto temporal, vale frisar que 76% dos PNFM concedidos até 1940 foram recebidos por um único cientista. Nos intervalos de tempo subsequentes, essa porcentagem se alterou para 33% (1941-1960), 10% (1961-1980), 20% (1981-2000) e 12% (2000-2016), o que significa um aumento no número de Prêmios Nobel que são compartilhados por dois ou três pesquisadores. Logo, se o compartilhamento de prêmios for tomado como um indicativo de colaborações em pesquisas, é plausível assumir que as mesmas têm, de fato, tornado-se mais recorrentes. Ao longo do século XX, também se verifica que diminui, gradualmente, o porcentual de pesquisas premiadas em que nenhum dos autores é considerado químico, segundo os critérios deste estudo. Esse quadro altera-se apenas nos anos 2000, quando o porcentual de “não químicos” cresce. Isso corrobora o fato de que, de modo geral, a relevância do conhecimento em química para o desenvolvimento das pesquisas em fisiologia/medicina aumentou com o passar do tempo.

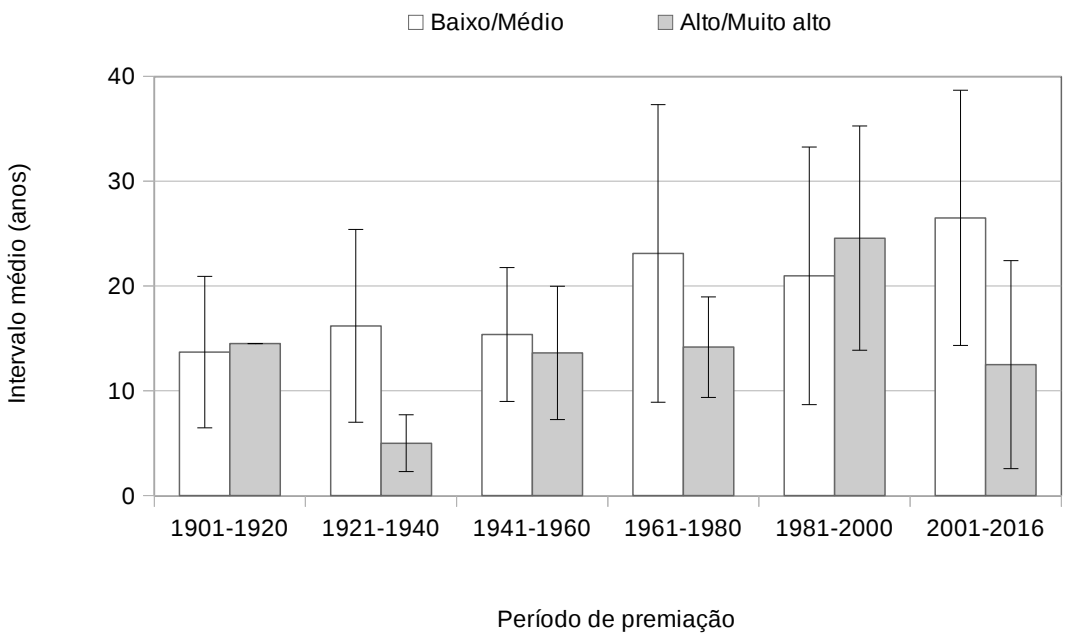
10.3.1.3 Intervalo de tempo entre publicação de resultados e premiação da pesquisa

É importante reiterar que, nos critérios deste estudo, a publicação de resultados de uma pesquisa foi entendida de forma mais ampla, não restrita à publicação de um artigo em periódico científico. Ademais, a ocorrência de trabalhos publicados ao longo do tempo sobre a mesma

temática e/ou por diferentes autores tornou o registro de datas bastante complexo. Assim, adotados os critérios descritos na metodologia, obteve-se como resultado uma variação grande no intervalo de tempo decorrido entre a publicação dos resultados de uma pesquisa e a sua premiação com o Nobel. Considerando-se todos os prêmios, o intervalo médio encontrado foi de 19 anos, com tempos mínimo e máximo iguais a 2 e 56 anos, respectivamente. Em um dos extremos, está o PNFM de 1923, recebido por Banting e Macleod, pela descoberta da insulina, que foi isolada com êxito em 1921 e utilizada, poucos meses depois, para tratar um paciente com diabete. De outro lado, está o PNFM de 1966, recebido por Rous e Huggins. Enquanto as descobertas deste último sobre o tratamento hormonal para câncer de próstata datam da década de 1940, os experimentos de Rous indicando que um vírus poderia induzir o surgimento de câncer ocorreram ainda em 1910, mas não tiveram sua importância devidamente reconhecida até que fossem obtidos conhecimentos mais avançados na área de genética de microrganismos.

É possível identificar uma tendência nesses intervalos de tempo quando os mesmos são analisados de acordo com o grau de contribuição da química. A figura 42 apresenta os intervalos médios de tempo em função desse grau e também do período de premiação. De modo geral, verifica-se que os intervalos médios têm aumentado ao longo do tempo, ou seja, tem aumentado o tempo entre a publicação de uma descoberta que vale um Prêmio Nobel e o recebimento do prêmio propriamente. Becattini et al. (2014) encontraram a mesma tendência ao analisar tal intervalo para os Prêmios Nobel nas áreas de física, química e fisiologia/medicina. Na comparação entre os PNFM e os PNQ, os autores mostraram que, para fisiologia/medicina, a frequência de trabalhos premiados somente após 20 anos da publicação tem aumentado mais lentamente do que para a química.

FIGURA 42. Grau de contribuição da química nos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e tempo decorrido até o reconhecimento do mérito.



Intervalo de tempo médio, em anos, decorrido entre a premiação de trabalhos com o Prêmio Nobel em Fisiologia ou Medicina e a publicação dos seus resultados, conforme o período de premiação e o grau de contribuição da química atribuídos aos mesmos. Os valores médios estão acompanhados dos seus respectivos desvios-padrão, representados pelas barras de erro no gráfico.

Fonte: Própria autora.

Quando se agrupam os trabalhos em apenas dois graus de contribuição, observa-se que os intervalos médios de tempo para as pesquisas com maior grau de contribuição tendem a ser menores que aqueles dos trabalhos com grau de contribuição mais baixo. Isso ocorre na maior parte dos períodos de premiação considerados. É plausível interpretar tal resultado como um indício de que as contribuições da química a esses trabalhos agregam valor aos mesmos. Propõe-se, desse modo, que a abordagem de questões fisiológicas/médicas do ponto de vista molecular, com foco nas substâncias e suas interações, tende a ser considerada resolutiva e determinante em muitos problemas humanos, no que se refere à saúde.

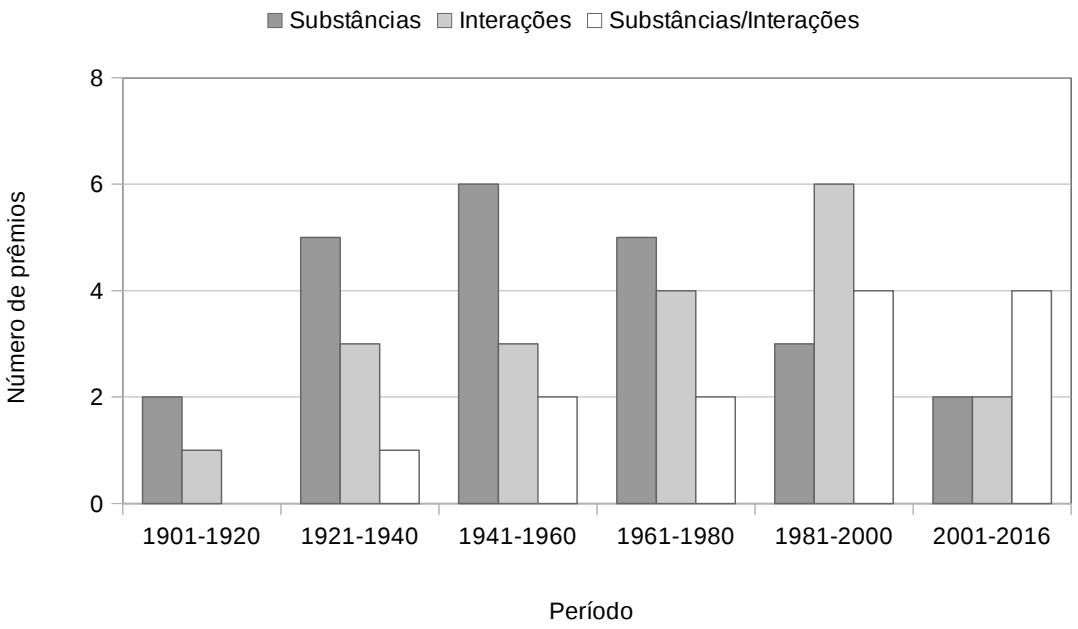
10.3.1.4 Caracterizando substâncias e suas interações

A partir da análise dos PNFM, é possível depreender mudanças no modo de se pensar e solucionar problemas dessas áreas de pesquisa. Gradualmente, aumentou-se a abordagem química das questões de pesquisa, que passaram a fazer alusão a modelos teóricos próprios da química, considerando-se a possibilidade de que os fenômenos biológicos poderiam ser explicados em termos químicos.

Ehrlich, por exemplo, um dos laureados em 1908 por pesquisas sobre imunidade, formulou sua teoria sobre o assunto inspirado no modelo chave-fechadura utilizado para explicar a interação entre enzima e substrato. Para o pesquisador, as células teriam em sua parte externa “cadeias laterais” que interagiriam com agentes tóxicos. No estudo premiado em 1936, a transmissão de sinais no sistema nervoso foi comprovadamente atribuída à ação de substâncias químicas, ao se isolar a acetilcolina e testar sua ação como neurotransmissor. Isso divergia da visão compartilhada por certos cientistas à época de que a transmissão elétrica de sinais não teria qualquer participação de substâncias químicas.

Todavia, pode-se dizer que não apenas as pesquisas de fisiologia/medicina passaram a contar com uma abordagem química, mas também que de tal abordagem sobressaem alguns focos de interesse da química. Sob essa perspectiva, a figura 43 apresenta os resultados de uma análise temporal dos trabalhos premiados conforme o aspecto químico ressaltado na pesquisa, assumindo-se que as substâncias e suas interações podem ser consideradas, grosso modo, os objetos de estudo principais da química.

FIGURA 43. Objeto de estudo dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina sob a perspectiva da química.



Distribuição dos Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina, conforme o foco da investigação, sob a perspectiva da química. Análise restrita aos trabalhos com grau de contribuição da química “médio”, “alto” ou “muito alto”.
Fonte: Própria autora.

Ressalta-se uma discreta tendência em relação à abordagem química das investigações, com destaque maior nas primeiras décadas do século XX para o estudo de substâncias, o que inclui, nos critérios desta pesquisa, aspectos como isolamento, purificação, caracterização e

síntese de substâncias. Por outro lado, o foco em interações e também nas transformações químicas aumenta no mesmo período, prevalecendo entre 1981 e 2000. A partir de então, o que passa a predominar é o equilíbrio entre os dois aspectos, tendência crescente, aliás, desde o período de 1921 a 1940.

Com efeito, para algumas pesquisas, o desafio era o isolamento da substância que se acreditava ter algum papel biológico ou curativo importante, o que gerou um impacto positivo no tratamento de doenças. Como exemplo, pode-se citar a pesquisa sobre o tratamento para anemia perniciosa, que foi premiada em 1934. As investigações de Whipple, Minot e Murphy levaram à conclusão de que pacientes com a doença poderiam ser curados se consumissem todos os dias grandes quantidades de fígado. Porém, os pesquisadores avançaram em suas pesquisas até conseguirem obter um extrato concentrado contendo o agente ativo responsável pelo tratamento. Outro trabalho que ilustra bem a relevância de se obter uma substância em sua forma pura é o trabalho premiado em 1945, a respeito da descoberta da penicilina. Fleming descobriu ainda em 1928 que esta era capaz de inibir o crescimento de bactérias; entretanto, a substância mostrou-se instável e difícil de se produzir em sua forma pura para testes clínicos no tratamento de doenças. Somente após anos de pesquisas, conduzidas por Chain e Florey, quantidades suficientes de penicilina em sua forma pura foram obtidas, o que permitiu a realização de testes que comprovaram o poder antibiótico da substância. Tanto a vitamina B12, o agente ativo contra a anemia perniciosa, quanto a penicilina foram caracterizados somente anos mais tarde.

Também é possível notar em outros trabalhos a relevância dada ao estudo das substâncias, presentes em misturas ou em sua forma pura. Ainda em 1904, por exemplo, Pavlov foi premiado por sua pesquisa sobre a fisiologia da digestão. Nesse trabalho, o papel biológico dos sucos digestivos, em especial do suco gástrico, foi extensivamente estudado. Em sua pesquisa, Pavlov evocou aspectos químicos para explicar o processo digestivo ao considerar, por exemplo, a composição do suco, incluindo os então chamados “fermentos”, e os fatores que afetam a sua ação; todavia, a caracterização estrutural das substâncias, assim como das interações intermoleculares existentes, não foi contemplada no estudo. Analogamente, Bordet, premiado em 1919 por suas investigações sobre imunologia, trabalhou com amostras de soro sanguíneo e concluiu, com base nos experimentos realizados, que duas substâncias cooperariam para o funcionamento do sistema imunológico: anticorpos e complementos; porém, apesar de o pesquisador atribuir tal função a componentes químicos do sangue, essas substâncias não foram caracterizadas e seu papel foi inferido empiricamente a partir de sua ação deletéria sobre microrganismos.

Com o tempo, as pesquisas envolvendo substâncias avançaram e a abordagem molecular despontou no percurso metodológico de muitos trabalhos, permitindo a caracterização estrutural e a síntese de muitas substâncias. Como exemplo, cita-se o trabalho premiado em 1943, pela descoberta do papel biológico da vitamina K, sua determinação estrutural e síntese. Nesse caso,

o desafio maior não foi isolar a substância de suas fontes alimentares, mas sim determinar a sua estrutura molecular. De modo semelhante, o estudo premiado em 1950 também foi além do isolamento de substâncias. No trabalho, os pesquisadores isolaram hormônios das glândulas adrenais, determinaram sua estrutura molecular e produziram um deles. A síntese da vitamina K e a semi-síntese da cortisona foram de grande importância para o tratamento de doenças decorrentes da falta dessas substâncias no organismo.

Conforme se observa na figura 43, vários outros estudos com foco em substâncias foram premiados em tempos mais recentes. Exemplos disso são a pesquisa que determinou a estrutura tridimensional da molécula de DNA (PNFM de 1962) e o trabalho que caracterizou a enzima telomerase (PNFM de 2009). No entanto, com o passar do tempo, mais estudos foram dedicados às interações entre biomoléculas, reconhecendo-se a importância de se compreender tais interações para se explicar processos fisiológicos e/ou patológicos diversos. Na pesquisa premiada em 1985, por exemplo, a descoberta de receptores de LDL foi acompanhada pelo estudo das interações envolvendo tais biomoléculas, o que contribuiu para explicar a regulação dos níveis de colesterol no sangue. Analogamente, no trabalho premiado em 2004, o funcionamento do sistema olfatório incluiu não apenas a caracterização dos receptores olfatórios e a identificação dos genes correspondentes, mas também a descrição das interações intermoleculares estabelecidas, que explicam a dinâmica de funcionamento desse sistema.

10.3.2 Paralelos entre os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química

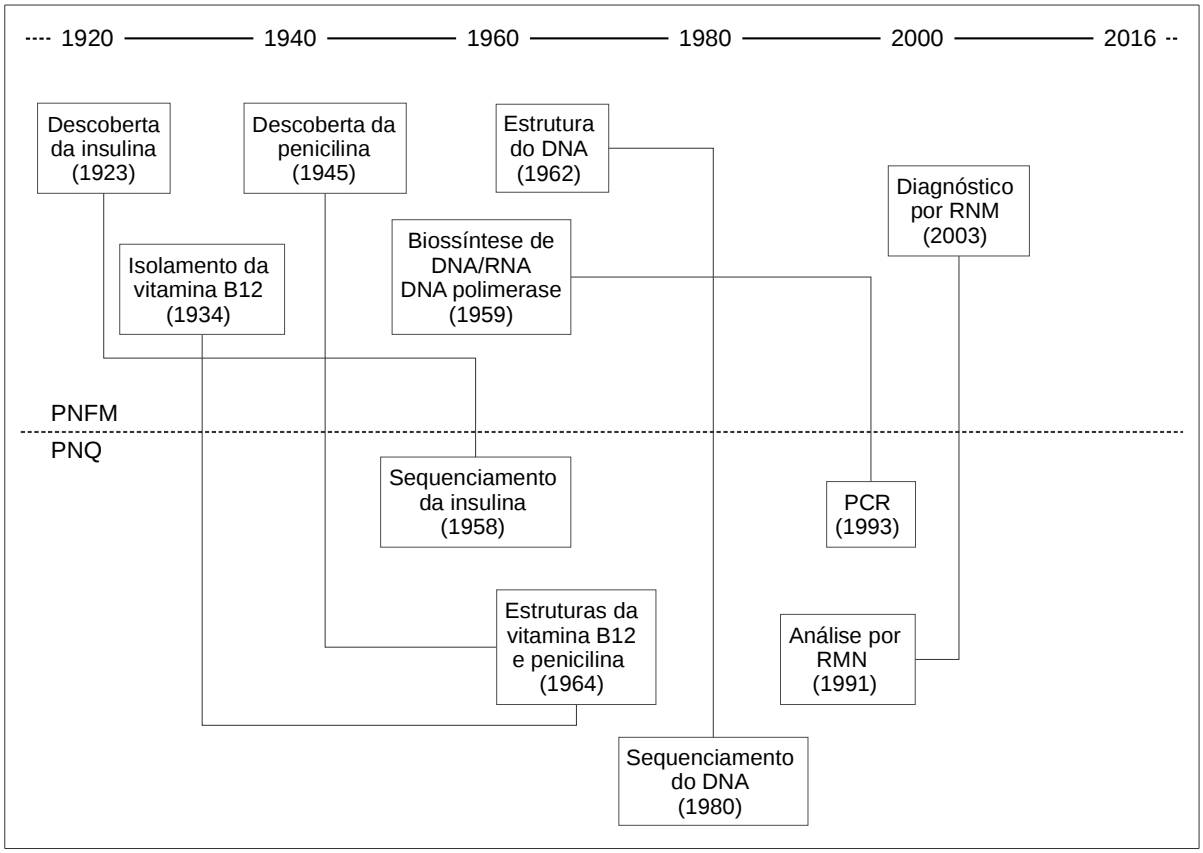
Ao longo da história do Prêmio Nobel, é possível verificar que várias das pesquisas premiadas nas áreas de fisiologia/medicina e de química dedicaram-se a estudar as mesmas substâncias ou processos bioquímicos sob diferentes perspectivas. Por meio da análise cruzada dos prêmios de ambas as áreas, foram identificados os trabalhos que se mostraram complementares sob algum aspecto em particular. As pesquisas foram pareadas de modo que, para cada PNFM, houvesse um PNQ que lhe fosse complementar. A partir desse processo de identificação e pareamento de trabalhos, foram obtidas várias relações de complementariedade. As figuras 44, 45 e 46 apresentam, de forma esquemática, parte das relações encontradas e seus tipos. Elas também situam, temporalmente, os PNFM e de PNQ correspondentes, com a indicação do ano em que cada prêmio foi concedido. A apresentação dos prêmios evidencia aspectos em que uma pesquisa se relaciona com outra, ou seja, não representa a descrição das pesquisas em sua completude.

A seguir, são apresentadas as categorias de relações de complementariedade identificadas, bem como os prêmios que as representam.

10.3.2.1 Técnicas analíticas:

Muitas pesquisas que receberam o PNFM destacaram-se por estudar o papel biológico de determinadas substâncias e/ou o metabolismo das mesmas. Tais pesquisas relacionam-se com estudos premiados com o PNQ pelo uso, desenvolvimento ou aprimoramento de técnicas analíticas (figura 44).

FIGURA 44. Técnicas analíticas e os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.



Linha do tempo que aponta relações complementares entre Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina (PNFM) e em Química (PNQ). As relações de complementariedade caracterizam-se pelo desenvolvimento de técnicas analíticas.

Fonte: Própria autora.

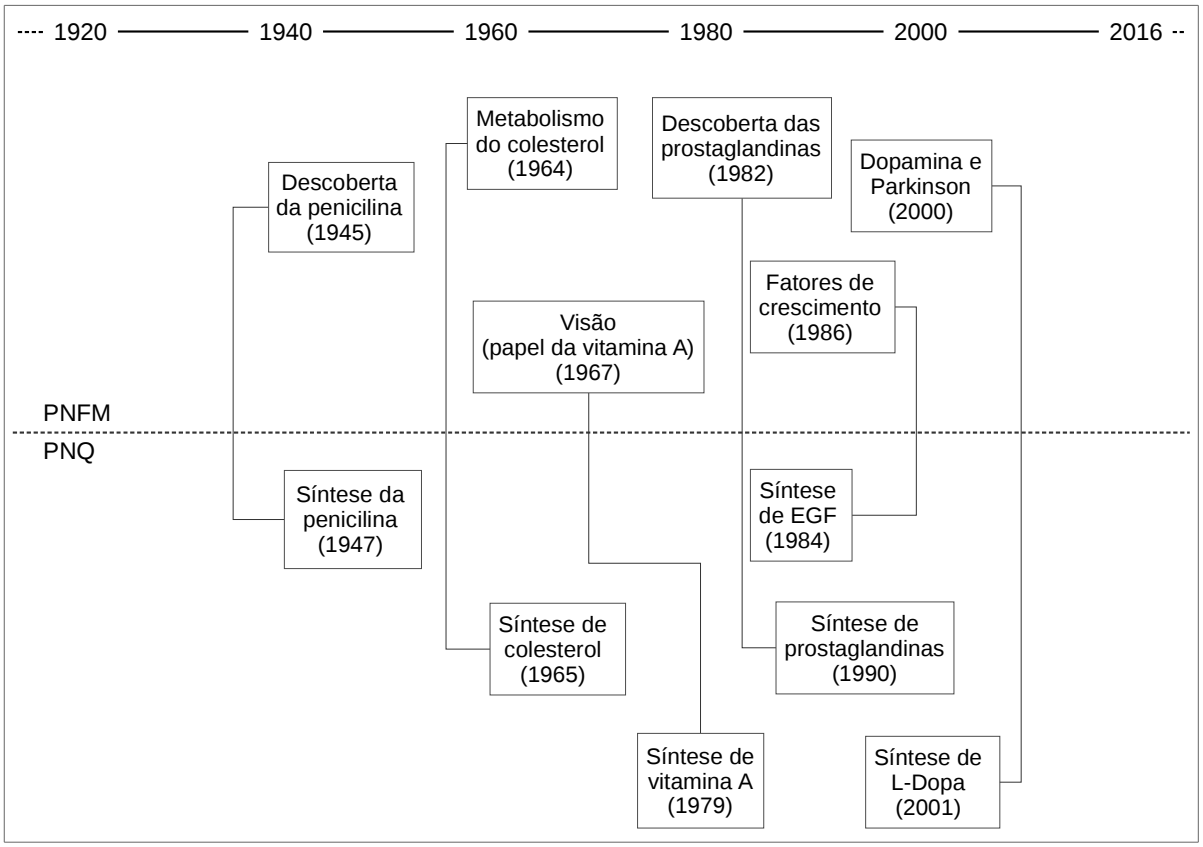
A vitamina B12 e a penicilina tiveram suas estruturas elucidadas por cristalografia de raio-X; o sequenciamento dos monômeros de proteínas, como a insulina, e de ácidos nucleicos, como o DNA, tornou-se possível com trabalhos laureados com o PNQ em 1958 e 1980, respectivamente; a descoberta de enzima DNA polimerase antecedeu o desenvolvimento da técnica de PCR (polymerase chain reaction), que permite a análise de genes; o metabolismo do colesterol foi estudado com o uso de marcadores radioativos para análise de processos químicos; e, por fim, a técnica de análise por RMN relaciona-se, do ponto de vista conceitual, com os exames de imagem baseados em ressonância magnética, utilizados no diagnóstico de inúmeras doenças. As técnicas analíticas em questão foram úteis principalmente para a

elucidação de estruturas químicas em seus diferentes níveis. É possível que outras pesquisas premiadas com o PNQ tenham determinado a estrutura de substâncias relevantes para a fisiologia/medicina, mas que não foram nominalmente citadas na apresentação dos prêmios.

10.3.2.2 Metodologias de síntese:

Substâncias que se mostraram relevantes sob o aspecto biológico, conforme pesquisas laureadas com o PNFM, foram sintetizadas a partir de metodologias de síntese desenvolvidas em pesquisas que ganharam o PNQ (figura 45).

FIGURA 45. Metodologias de síntese e os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.



Linha do tempo que aponta relações complementares entre Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina (PNFM) e em Química (PNQ). As relações de complementariedade caracterizam-se pelo desenvolvimento de metodologias de síntese.

Fonte: Própria autora.

As substâncias sintetizadas incluem a penicilina, colesterol, vitamina A, prostaglandina, fator de crescimento EGF (epidermal growth factor) e L-Dopa. Salienta-se que parte das metodologias desenvolvidas viabilizou a produção sintética de substâncias em escala industrial, como é o caso da vitamina A e da L-Dopa. Tal como na categoria anterior, cabe frisar que as substâncias citadas são aquelas explicitadas na descrição da metodologias de síntese que

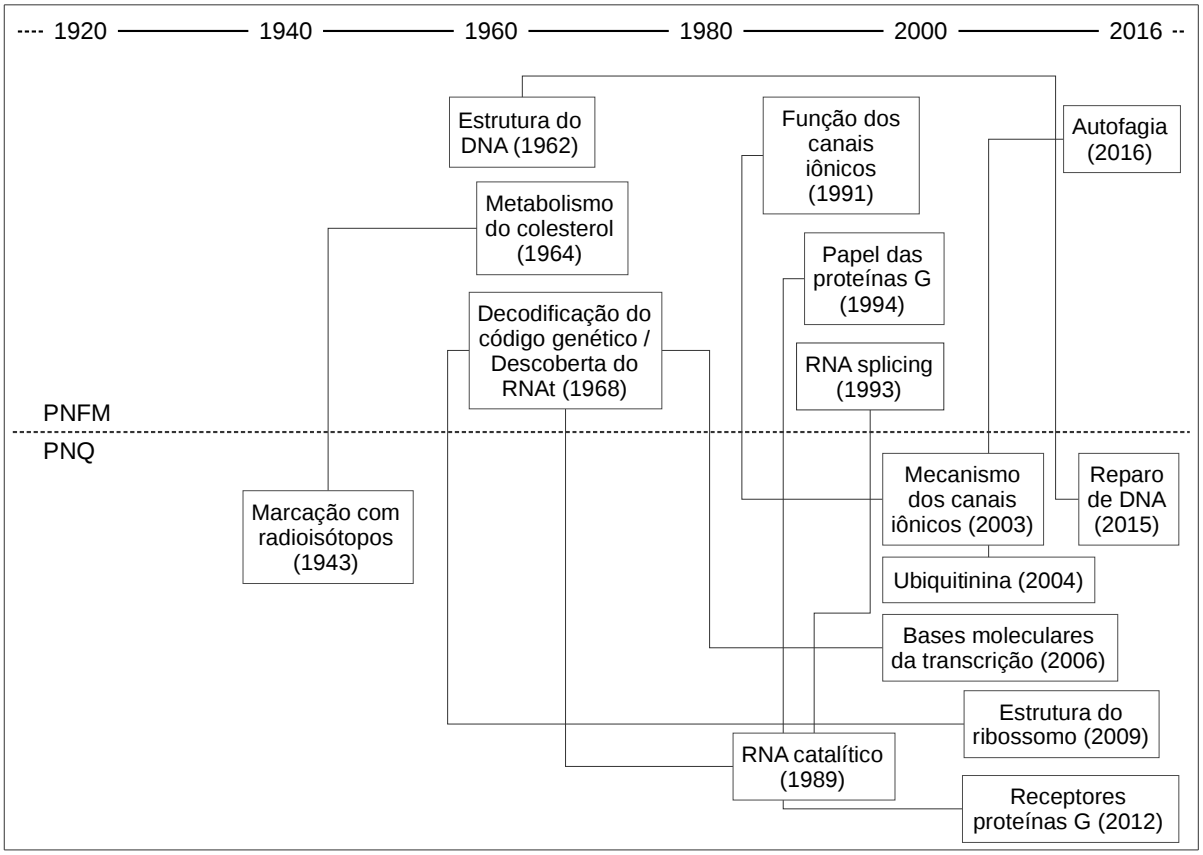
ganharam o PNQ. É seguro afirmar que outras metodologias de síntese contribuíram para a produção de substâncias que foram objeto de estudo de pesquisas premiadas com o PNFM. Isso inclui tanto a síntese de novos produtos, como fármacos, quanto a síntese de produtos naturais. Todavia, por vezes, a apresentação dos PNQ focaliza os mecanismos de síntese, tratando os produtos obtidos em termos gerais, como classes de compostos, nem sempre destacando substâncias em particular.

Com a premiação de pesquisas químicas dessa natureza, é reconhecida a importância não apenas da síntese de substâncias, mas também do próprio conceito de substância. Em pesquisas do gênero, foram produzidas versões sintéticas de substâncias naturais e importantes para mecanismos fisiológicos relacionados a processos de saúde-doença. A partir da síntese e com o aprimoramento de suas metodologias, foram possíveis avanços como: obter maiores quantidades da substância-alvo, caracterizá-la em termos moleculares e sintetizar versões modificadas da molécula original. Em se tratando de fármacos, por exemplo, a síntese de uma nova substância ou a replicação de substâncias naturais podem levar a grandes progressos no tratamento de doenças ou à sua prevenção.

10.3.2.3 Bases moleculares de processos biológicos:

Pesquisas que ganharam o PNFM investigando a atuação biológica de uma substância ou processos bioquímicos em geral são complementadas por estudos que aprofundam o conhecimento em química da substância em questão ou que estudam os mesmos processos com uma abordagem mais molecular (figura 46).

FIGURA 46. Bases moleculares de processos biológicos e os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.



Linha do tempo que aponta relações complementares entre Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina (PNFM) e em Química (PNQ). As relações de complementariedade caracterizam-se pelo estudo de bases moleculares de processos biológicos.

Fonte: Própria autora.

Como exemplos, destacam-se os estudos sobre canais iônicos e proteína G, que foram premiados com o PNFM em 1991 e 1994, respectivamente. Posteriormente, tais assuntos voltaram a ser objeto de estudo de pesquisas que, então, foram premiadas com o PNQ. A partir desses estudos, foram conhecidos a estrutura tridimensional de um canal iônico e os mecanismos bioquímicos que o controlam, além de se saber mais sobre a transdução de sinal, dadas as descobertas envolvendo os receptores acoplados de proteína G. Também se incluem nessa categoria de complementariedade as pesquisas acerca de ácidos nucleicos e os processos biomoleculares dos quais eles participam. Dessa forma, ganharam o PNFM pesquisas sobre a estrutura tridimensional do DNA, a decodificação do código genético e o splicing do RNA. Por outro lado, ganharam o PNQ pesquisas sobre as propriedades catalíticas do RNA, as bases moleculares da transcrição, a determinação estrutural do ribossomo e os mecanismos de reparo do DNA. Finalmente, o estudo que ganhou o PNFM de 2016, sobre as bases moleculares do processo de autofagia, faz alusão à proteína ubiquitina, que foi identificada e descrita em pesquisa que ganhou o PNQ de 2004.

10.3.2.4 Outros

Algumas outras relações de complementariedade foram identificadas. Dentre elas, destacam-se as pesquisas que ganharam o PNQ em 1937 e 1938 ao tratar da estrutura e síntese de vitaminas e, complementarmente, a pesquisa que recebeu o PNFM em 1937 pelas descobertas acerca do processo de respiração celular e substâncias participantes, como as vitaminas B e C. Também foi de suma importância a elucidação da estrutura química do colesterol para que se pudesse pesquisar o metabolismo e a regulação dessa substância em pesquisas que ganharam o PNFM em 1964 e 1985. Vale realçar, ainda, que a molécula de ATP foi abordada em três pesquisas diferentes: duas da química, com o desenvolvimento da teoria quimiosmótica e a investigação do mecanismo de síntese da biomolécula, e uma da fisiologia e medicina, na qual se pesquisou a fosforilação de proteínas como mecanismo regulatório para sua atividade biológica.

A partir da análise dessas relações de complementariedade, é possível discutir a interface que existe entre os dois campos de pesquisa: fisiologia/medicina e química. Ao revisarem os trabalhos premiados com o PNFM, Lindsten e Ringertz (2001, p. 118) pontuam que “the boundaries between Physics, Chemistry and Physiology or Medicine are not distinct”, indicando que a Fundação Nobel não se preocupa em definir limites claros entre os diferentes campos da ciência. Adicionalmente, são dados exemplos de prêmios que foram concedidos para determinada área, mas que poderiam ser de outra perfeitamente. Ressalta-se, ainda, que não é incomum um mesmo pesquisador ser indicado para receber prêmios por duas áreas diferentes. Como não é permitido que o mesmo cientista receba dois prêmios pela mesma pesquisa, os comitês responsáveis pela avaliação dos nomes indicados em cada área reúnem-se a fim de evitar a ocorrência de dupla premiação.

Embora não seja objetivo deste estudo estabelecer limites estanques entre os dois campos do saber, algumas particularidades aparentemente se sobressaem para cada um deles. No rol de pesquisas premiadas com o PNFM, nota-se o interesse dos cientistas em entender o funcionamento do corpo e as suas alterações, representadas por patologias, que também são objeto de estudo de parte dos trabalhos premiados. Conforme previamente discutido, as pesquisas em fisiologia e medicina têm adotado, com o passar do tempo, uma abordagem mais molecular das substâncias e dos processos biológicos investigados. Entretanto, a despeito dessa mudança, observa-se que a preocupação com o papel biológico das substâncias é perceptível em todos os prêmios, assim como a preocupação em relacionar processos bioquímicos com os possíveis impactos para a saúde que o estudo dos mesmos pode gerar.

Dessa forma, ainda que o PNFM de 1982, por exemplo, tenha sido concedido a uma pesquisa na qual se isolou e determinou a estrutura de prostaglandinas, o mesmo trabalho tratou dos efeitos biológicos dessa classe de substâncias. Trabalhos envolvendo sínteses, como a do medicamento prontosil (PNFM de 1939) e do inseticida DDT (PNFM de 1948), provavelmente

foram atribuídos à fisiologia e medicina pelo impacto que tais substâncias, em particular, tiveram no combate de doenças. A própria elucidação da estrutura tridimensional do DNA tem sua relevância sublinhada pelas informações que puderam ser depreendidas com o conhecimento de sua estrutura. A descoberta de que o DNA apresenta uma fita dupla com pareamento de bases lançou luz para o mecanismo da hereditariedade, mostrando como informações genéticas podem ser copiadas e transferidas para outros organismos.

Por outro lado, há pesquisas que receberam o PNQ investigando processos e mecanismos biológicos, especialmente aqueles relacionados aos ácidos nucleicos. A pesquisa premiada com o PNQ de 2006, por exemplo, tratou do processo de transcrição, importante para a subsequente síntese de proteínas. No entanto, o estudo teve como diferencial a descrição do processo em seus aspectos moleculares, elucidando a estrutura de complexos que são formados durante a transcrição. Por sua vez, os estudos premiados que envolveram sínteses estão inseridos em um contexto mais amplo, de desenvolvimento de metodologias sintéticas. A partir dessas metodologias, tornou-se possível produzir classes de compostos diversos, dentre as quais, eventualmente, estão inclusas substâncias cuja importância biológica já era conhecida, aumentando a importância do trabalho desenvolvido. Comparação semelhante pode ser feita com pesquisas que determinaram estruturas químicas. Por esse raciocínio, faz sentido, por exemplo, que o trabalho de determinação estrutural de biomoléculas por cristalografia de raio-X tenha recebido o PNQ em 1964 e aquele que determinou a estrutura do DNA tenha recebido o PNFM em 1962: enquanto, no primeiro, valorizou-se mais a determinação estrutural de biomoléculas complexas, sem se pesquisar associações entre estrutura e função, o segundo focalizou a substância e a relação de sua estrutura com um mecanismo biológico.

A despeito das particularidades assinaladas, é fato que as fronteiras do conhecimento entre fisiologia/medicina e química podem ser muito tênues. A participação de um químico em uma pesquisa “genuinamente” médica deve somar ao estudo uma nova perspectiva, com maior foco em estruturas e interações intermoleculares, bem como em transformações ao nível molecular. O mesmo se aplica para a participação de biólogos, médicos e outros profissionais não químicos em uma pesquisa predominantemente de química. Conforme tais colaborações vão aumentando, em grande parte para solucionar problemas de pesquisa que não se restringem a um campo do saber ou outro, as barreiras entre as áreas de pesquisa vão se esvaindo, o que dificulta a categorização de uma pesquisa em apenas uma área. No contexto do Prêmio Nobel, isso significa que as pesquisas situadas nas fronteiras do conhecimento podem destoar das demais, independentemente da área em que elas forem enquadradas para fins de premiação.

Também é interessante analisar os prêmios e as relações de complementariedade apontadas sob a perspectiva temporal. Primeiramente, é preciso reiterar que não ocorreu premiação para medicina e fisiologia nos anos de 1915 a 1918, 1921, 1925, 1940 a 1942. Para a química, não foram concedidos prêmios em oito anos: 1916, 1917, 1919, 1924, 1933, 1940 a

1942. Um segundo aspecto que se sublinha é o fato de as linhas do tempo apresentadas iniciarem-se na década de 1920 e não em 1901, ano em que teve origem o Prêmio Nobel. Das relações de complementariedade verificadas, apenas uma data dessa época, relacionando o PNFM de 1910, pelo estudo da composição química das células, com foco em proteínas e ácidos nucleicos, e o PNQ de 1902, pelo trabalho na síntese de açúcares e purinas - todavia, tal relação seria classificada como “outros”. É possível verificar, ainda, que as conexões observadas tornaram-se mais recorrentes a partir da década de 1940, aproximadamente, sugerindo um aumento no número de pesquisas colaborativas e/ou com objetos de pesquisa em comum entre as áreas de fisiologia/medicina e química. Outra explicação plausível refere-se a uma mudança de abordagem das pesquisas em medicina, que, no decorrer do tempo, passaram a investigar processos biológicos em termos de interações intermoleculares, do que decorre uma aproximação entre a fisiologia/medicina e a química.

Ademais, verifica-se que, na maior parte das relações identificadas, o PNFM antecede o PNQ. Essa disposição temporal, no entanto, nem sempre reflete a ordem de evolução dos conhecimentos, visto que a premiação de uma pesquisa com o Nobel expressa o reconhecimento de um trabalho desenvolvido por um período de tempo variável. Acrescenta-se a isso o fato de que tal reconhecimento pode levar um tempo também variável.

Dessa forma, para algumas pesquisas, a ordem de premiação está de acordo com uma relação de dependência que se estabelece entre os estudos. Por exemplo, a determinação estrutural da penicilina e da vitamina B12, em 1964, não poderia ter ocorrido sem que se houvesse, primeiramente, isolado e purificado tais substâncias, que foram objeto de estudo de pesquisas premiadas em 1934 e 1945, respectivamente. Analogamente, a pesquisa que desenvolveu a técnica de PCR, premiada em 1993, também não poderia ocorrer antes da descoberta da enzima DNA polimerase, que fez parte de pesquisa premiada em 1959.

Para os PNQ antecedendo os PNFM, também se observam relações de dependência. Destaca-se, nesse caso, a pesquisa sobre o mecanismo e a regulação do metabolismo do colesterol, premiada em 1964 com o PNFM. Para se desenvolver tal pesquisa, foi necessário o conhecimento da estrutura química do colesterol, assim como o uso de marcadores radioativos para análise de processos químicos, o que foi investigado em duas pesquisas anteriormente premiadas com o PNQ, em 1928 e 1943, respectivamente. Entretanto, ainda que tais relações de dependência possam existir, a data de concessão dos prêmios pode não expressá-la. Como exemplo, cita-se a pesquisa em que se descobriram os fatores de crescimento NGF (nerve growth factor) e EGF (epidermal growth factor), que foi premiada em 1986 com o PNFM. Porém, em 1984, uma metodologia de síntese que possibilitou a produção sintética do EGF foi premiada com o PNQ. De forma análoga, o trabalho que levou à síntese da vitamina C e o trabalho que resultou no isolamento da mesma vitamina foram premiados no mesmo ano (1937).

Essas comparações evidenciam o curso paralelo de algumas pesquisas, que se desenvolvem em um intervalo de tempo variável, durante o qual os seus resultados, difundidos

entre a comunidade científica, contribuem para o desenvolvimento de pesquisas afins. Além disso, na evolução do conhecimento científico, resultados de um determinado estudo podem se tornar o problema de pesquisa de outra área. Dessa forma, cada campo do saber vai se apropriando de um dado objeto de estudo - que pode ser comum -, seguindo uma abordagem que é própria e pertinente para solucionar o problema sob a sua perspectiva de análise.

Para além da esfera científica, não se pode ignorar o fato de que o contexto sociocultural no qual os pesquisadores estão inseridos apresenta uma série de demandas e problemas que influenciam, em maior ou menor grau, as atividades de pesquisa desenvolvidas e o reconhecimento de seu valor, ainda mais no âmbito dos prêmios Nobel. Uma vez que o processo saúde-doença está no cerne das relações entre química e fisiologia/medicina, é compreensível que a valoração dessas áreas de estudo ocorra quando as pesquisas desenvolvidas contribuem para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Nesse sentido, são inúmeros os exemplos de PNFM ou PNQ que representaram avanços para o entendimento, cura ou prevenção de doenças. Logo, é seguro afirmar que os pesquisadores das áreas de fisiologia/medicina e de química apropriam-se dos conhecimentos gerados uns pelos outros, assim como é certo que os conhecimentos e valores que circulam na esfera social têm implicações na pesquisa científica.

Salienta-se, por fim, que a análise realizada sobre as relações de complementariedade entre os dois conjuntos de Prêmios Nobel apresenta um caráter essencialmente qualitativo. No site consultado, o tipo e a quantidade de dados disponível sobre cada pesquisa variam, assim como, em cada descrição de prêmio, alguns aspectos referentes à pesquisa podem ser ressaltados e outros não. Desse modo, os resultados apresentados de forma alguma esgotam as possibilidades de complementariedade entre os trabalhos, não devendo ser avaliados sob aspectos quantitativos.

10.3.3 Abordagem química na resolução de problemas relacionados à fisiologia/medicina

10.3.3.1 Pesquisas da química que instrumentalizaram estudos da fisiologia/medicina

É seguro considerar que parte dos trabalhos premiados com o PNQ influenciou, de alguma forma, pesquisas desenvolvidas nas áreas de fisiologia/medicina que, eventualmente, também foram agraciadas com o Prêmio Nobel. A seguir, são apresentados alguns desses trabalhos

No campo teórico, por exemplo, foi de suma importância descobrir que processos biológicos poderiam ocorrer fora de células vivas. Esta foi a conclusão do trabalho premiado em 1907, no qual Buchner mostrou que enzimas são os agentes responsáveis pela fermentação, que se processa mesmo na ausência de fungos vivos. Tal conclusão evidenciou que processos biológicos poderiam ser explicados em termos de substâncias químicas e suas

interações/transformações. Mais importante, o trabalho também abriu portas para uma série de investigações que buscaram reproduzir processos biológicos em condições abióticas.

A natureza das substâncias, por sua vez, foi estudada em inúmeros trabalhos. Um exemplo disso é a pesquisa premiada em 1923 pelo desenvolvimento do método de microanálise elementar de compostos orgânicos. Graças ao trabalho de Pregl, tornou-se possível analisar a composição química de quantidades muito reduzidas de amostras, um desafio que se impõe quando, por exemplo, processos de extração de biocompostos resultam em quantidades mínimas de amostra para análise.

Outro trabalho bastante representativo é a pesquisa de Hodgkin, premiada em 1964 pela determinação estrutural de biomoléculas importantes, com destaque para a penicilina e a vitamina B12. Em termos mais amplos, o real mérito do trabalho de Hodgkin está no pioneirismo no uso da cristalografia de raio-X para caracterizar moléculas estruturalmente complexas que participam de uma série de processos biológicos (Howard, 2003). A determinação estrutural de moléculas, aliás, é um campo de pesquisa em que a química se destaca de modo geral. Segundo Palenik, Jensen e Suh (2003), a maior parte das pesquisas que ganharam o Prêmio Nobel com determinação de estruturas químicas recebeu o PNQ.

A caracterização de biopolímeros também foi contemplada em pesquisas ganharam o PNQ. Sanger foi laureado, em 1958 e 1980, respectivamente, por desenvolver métodos que permitem o sequenciamento de aminoácidos em proteínas e de nucleotídeos em ácidos nucleicos. O estudo de processos biológicos envolvendo essas duas classes de biomoléculas é recorrente nas áreas de fisiologia/medicina.

No campo das sínteses, cabe ressaltar a pesquisa premiada em 1965 envolvendo produtos naturais. Laureado em 1965, Woodward dedicou-se ao estudo da estrutura e da síntese de vários produtos naturais. Dentre as substâncias sintetizadas por ele, citam-se, por exemplo, o quinino, o colesterol, a cortisona, a clorofila e a reserpina. Outras pesquisas que desenvolveram metodologias sintéticas mais específicas podem ter contribuído não apenas para a produção de outros produtos naturais, mas também para a síntese de novas substâncias com possível potencial terapêutico.

Para além da substância isolada, destacam-se os estudos que tratam de interações e transformações de substâncias, que são a base de todos os processos biológicos estudados pela fisiologia/medicina. Em termos moleculares, o entendimento de vias metabólicas foi beneficiado pela pesquisa de Hevesy, premiada em 1943, pelo uso de radioisótopos como marcadores para se estudar transformações químicas. A partir dos resultados desse trabalho, por exemplo, foi possível pesquisar o metabolismo do colesterol e de ácidos graxos, estudo premiado com o PNFM em 1964. Já em 1987, o PNQ foi conferido a Cram, Lehn e Pedersen, pelo desenvolvimento de moléculas capazes de estabelecer interações de alta seletividade. A partir dos estudos desses pesquisadores, foi produzida uma série de compostos que apresentam um padrão de seletividade similar ao das biomoléculas, estabelecendo-se um novo campo de

pesquisa, chamado de química supramolecular por Lehn. Smith (2005) discute as potencialidades de uma abordagem supramolecular para o que ele chama de química medicinal. Para esse autor, o foco nas interações entre as moléculas de drogas e as biomoléculas do nosso organismo possibilita o desenvolvimento de fármacos muito mais eficientes.

Os estudos mencionados, assim como as relações apontadas entre eles, mostram o quanto as pesquisas em química contribuíram para o avanço dos conhecimentos em fisiologia/medicina, independentemente do seu reconhecimento com o prêmio Nobel. Com a química, todas as substâncias e os processos fisiológicos passaram a ser entendidos, cada vez mais, sob a perspectiva molecular: hormônios, vitaminas, DNA, entre outros, são substâncias químicas; anticorpos exercem sua função de defesa por meio de interações intermoleculares; a produção de colesterol pelo organismo ocorre por uma via metabólica que nada mais é do que uma sequência de reações químicas.

10.3.3.2 Evolução das pesquisas nas áreas de fisiologia/medicina

Na pesquisa em fisiologia/medicina, é notável a evolução de vários campos de estudo ao longo do tempo, graças aos avanços científicos obtidos em diversas áreas do saber, incluindo a química. Algumas descobertas são consideradas verdadeiros marcos no desenvolvimento desses campos, embora muitas delas não tenham recebido o Prêmio Nobel.

Uma das áreas de estudo que se destacam na fisiologia/medicina é a imunologia, que foi contemplada em uma edição da Nature Milestones[48] sobre “Anticorpos” (Nature Immunology, 2016). No suplemento, alguns marcos relevantes para o avanço da área foram selecionados e organizados em uma linha do tempo, que se inicia em 1890, segundo a análise realizada.

A essa época, foi desenvolvida a vacina para difteria a partir do soro sanguíneo (livre de células) de animais previamente infectados pela bactéria que causadora da doença. Embora tal trabalho não identificasse o agente responsável pela imunização, o resultado obtido fortaleceu a hipótese de que a imunidade estava relacionada com uma substância química. A pesquisa recebeu o PNFM em 1901. Em 1908, outra pesquisa na área foi premiada, de autoria de Ehrlich. Anos antes, o pesquisador havia criado a hipótese das “cadeias laterais” para explicar o sistema de defesa do organismo. Como mencionado anteriormente, Ehrlich acreditava que as células apresentariam cadeias laterais, mais tarde chamadas de receptores, que interagiriam com agentes tóxicos de forma específica.

A linha do tempo proposta avança então para a década de 1940, quando se iniciam as pesquisas sobre linfócitos, que definiram marcos relevantes na área também nas décadas de 1950 e 1960. Ainda nos anos 1940, são desenvolvidas as primeiras ferramentas analíticas que se baseiam na especificidade da interação anticorpo-antígeno. Outros trabalhos nessa linha

---

48 Nature Milestones são publicações especiais da revista Nature que têm como objetivo ressaltar descobertas científicas e desenvolvimentos tecnológicos que contribuíram para definir um determinado campo de pesquisa na ciência.

tiveram destaque nas décadas seguintes, culminando com a premiação com o Nobel da pesquisa de Yalow, em 1977, pelo desenvolvimento de radioimunoensaios para hormônios peptídeos. Nesse último caso, destaca-se que a interação ainda não era investigada em nível molecular.

Nas décadas de 1960 e 1970, são marcos importantes as pesquisas com a imunoglobulina E, descoberta e caracterizada quimicamente. Aliás, a identificação da forma Y da imunoglobulina E foi resultado de uma pesquisa premiada com o Nobel em 1972. No estudo em questão, dois cientistas empregaram, cada qual, um método distinto para caracterizar a estrutura química da imunoglobulina E: enquanto um aplicou um tratamento enzimático, outro fez uso de tratamento químico.

Outros marcos na pesquisa em imunologia e, mais especificamente, em anticorpos, são os trabalhos relacionados à produção de anticorpos monoclonais e à fundamentação teórica que explica a variabilidade de anticorpos gerados pelo organismo. Estudos nessas duas áreas ganharam o Prêmio Nobel em 1984 e 1987, respectivamente. Até o final dos anos 1990, são identificados marcos da imunologia associados à pesquisa de anticorpos cada vez mais específicos e eficientes, surgindo termos como anticorpos quiméricos e anticorpos humanizados para designá-los.

Embora, a princípio, conhecimentos de outras áreas se sobressaiam nessas pesquisas, os conhecimentos de química continuam a instrumentalizá-las. A caracterização estrutural dos anticorpos e da interação anticorpo-antígeno torna-se uma constante nos trabalhos em imunologia, assim como o uso de técnicas de biologia molecular.

Outro campo de pesquisa que se destaca na fisiologia/medicina é a genética, cujo desenvolvimento é assinalado pela National Human Genome Research Institute (NHGRI, 2015) em uma linha do tempo que se inicia na segunda metade do século XIX e aponta os principais marcos da pesquisa em genética.

Nos primeiros marcos apontados, sobressaem questões sobre a hereditariedade e como a mesma é transmitida entre as gerações, com destaque para os trabalhos de Gregor Mendel. Ainda que o DNA tenha sido isolado em 1869 por Frederick Miescher, as investigações realizadas até as primeiras décadas do século XX ainda tinham um enfoque predominantemente biológico, com base na observação de fenótipos e análise de cromossomos. A pesquisa premiada com o PNFM em 1933, por exemplo, concluía que os genes estavam contidos nos cromossomos e que poderiam ser recombinados; porém, os genes eram tratados muito mais como entidades biológicas do que químicas à época.

A partir da década de 1940, a abordagem química das pesquisas em genética pode ser identificada de forma mais evidente. Em 1941, por exemplo, Beadle e Tatum mostraram que os genes atuam por meio da regulação de processos químicos, já que a mutação em determinados genes poderia levar a mudanças na produção de certas enzimas. Os dois cientistas foram premiados com o PNFM em 1958, juntamente com Lederberg. Identifica-se uma abordagem

mais molecular da genética à medida que os pesquisadores direcionaram mais suas atenções ao DNA. Em 1952, por exemplo, Hershey e Chase reportaram que os genes são feitos de DNA. Em termos estruturais, Astbury realizou em 1943 a primeira análise do DNA por difração de raio-X, chegando, porém, a uma estrutura incorreta. A estrutura foi devidamente caracterizada apenas dez anos mais tarde, em 1953, o que rendeu o PNFM em 1962 a Crick, Watson e Wilkins.

A partir da década de 1950, nota-se que os pesquisadores continuam a estudar a relação genótipo-fenótipo, bem como permanecem interessados em saber mais sobre os cromossomos. Todavia, uma vez que o DNA torna-se conhecido como a “molécula da hereditariedade”, as pesquisas em genética passam a focalizar os processos químicos relacionados ao DNA, bem como outras biomoléculas também envolvidas nesses processos, como o RNA e as proteínas. Nesse contexto, Kornberg e Ochoa descobrem a DNA polimerase em 1955 ao estudarem o processo de síntese do DNA, o que lhes deu o PNFM em 1959; enquanto Meselson e Stahl demonstraram que o processo de replicação do DNA é semiconservativo em 1958. Já na década de 1960, o código genético é elucidado por Holley, Khorana e Nirenberg, que ganharam o PNFM em 1968.

Outros marcos relevantes no campo da genética são aqueles ligados à descoberta das enzimas de restrição, à produção de DNA recombinante e à descoberta dos íntrons, datados de 1968, 1972 e 1977, respectivamente. A partir da década de 1990, as pesquisas em genética voltam-se ao sequenciamento de genomas, de organismos mais simples, como as bactérias, aos mais complexos, como o ser humano. Descobertas mais recentes dos pesquisadores na área de genética incluem, por exemplo, a identificação do papel de determinados genes, a possibilidade de silenciamento de genes e o processo de transcrição reversa.

Contribuições da química ao campo da genética tornam-se mais evidentes quando pesquisas que, sob certa perspectiva, podem ser consideradas de genética, ganham o PNQ, como o desenvolvimento de um método para sequenciar o DNA (PNQ de 1980), o desenvolvimento do método PCR para amplificar o DNA (PNQ de 1993) e o estudo do mecanismo de reparo de DNA (PNQ de 2015). Temporalmente, é seguro afirmar que as pesquisas em genética passam a apresentar uma abordagem química clara a partir das décadas de 1940 e 1950, com o estudo de substâncias e processos químicos de interesse da genética. Ressalta-se, ainda, a importância de se estudar as interações e transformações associadas a tais processos, entendidos então em termos moleculares.

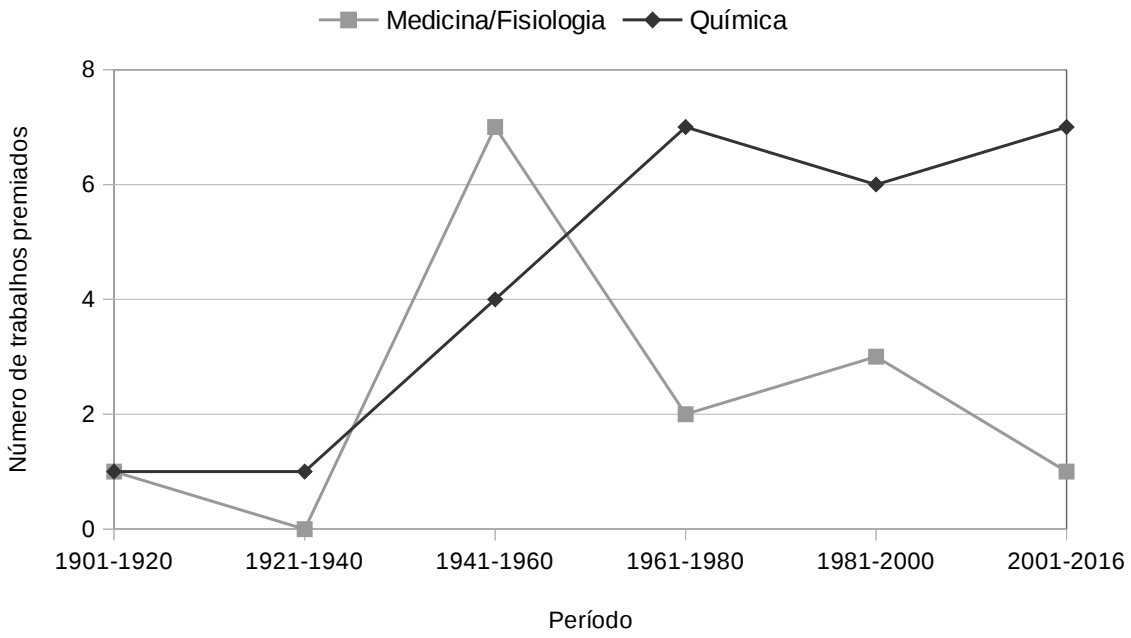
10.3.4 Interface entre química e fisiologia/medicina

Na análise dos campos de pesquisa atribuídos a cada área de premiação, foram encontrados 45 campos para os trabalhos premiados com o PNFM e 22 para os trabalhos que ganharam o PNQ.

Pela análise desses dados, observou-se que “bioquímica” é o único campo comum às duas listas propostas, muito embora existam outros campos, relativamente próximos à bioquímica, com denominações diferentes. Como exemplos, pode-se citar “química de produtos naturais” e “bioquímica analítica”, campos da química, e “biologia molecular” e “genética”, campos da fisiologia/medicina.

Ao se determinar a frequência de ocorrência dos campos por área de premiação, verificou-se que, para fisiologia/medicina, “bioquímica” é o segundo campo de pesquisa mais recorrente nos trabalhos premiados, empatada com “fisiologia celular”, cada qual com 14 ocorrências (7% do total); para química, “bioquímica” divide com “físico-química” a primeira posição, cada qual com 26 ocorrências (16% do total). Em uma análise temporal, observam-se tendências diferentes para a ocorrência de trabalhos de “bioquímica” premiados nas áreas de fisiologia/medicina e química, conforme mostrado na figura 47. Os PNFM no campo de “bioquímica” concentram-se no vintênio de 1941 a 1960 (50% do total), com um declínio a partir da década de 1960. Já os PNQ no campo de “bioquímica” têm aumentado gradualmente desde a década de 1920.

FIGURA 47. Bioquímica como campo de pesquisa nos trabalhos laureados com Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina e em Química.



Número de trabalhos no campo de pesquisa “bioquímica” que receberam os Prêmios Nobel em Fisiologia ou Medicina (PNFM) e em Química por período em que foram concedidos.

Fonte: Própria autora.

No site da Fundação Nobel, não há nenhuma descrição dos campos estabelecidos para cada área de premiação, de modo que não é possível saber qual a concepção de “bioquímica” adotada para fins de categorização, seja dos trabalhos de uma área, seja para os de outra.

Entretanto, pela análise dos trabalhos de “bioquímica” premiados com o PNFM e o PNQ, é possível apontar particularidades das pesquisas em bioquímica em cada área de premiação. Nas pesquisas em “bioquímica” da fisiologia/medicina, nota-se uma abordagem química de problemas fisiológicos/médicos, seja pela necessidade de se isolar, purificar, caracterizar e/ou sintetizar uma substância que se acredita ter um papel biológico e/ou curativo importante, seja pela relevância de se entender processos biológicos sob o ponto de vista da química. Nas pesquisas em “bioquímica” da química, observa-se que os pesquisadores dedicam-se ao estudo de substâncias e suas interações e transformações, como é próprio da ciência química; porém, nesse caso, as substâncias em questão são próprias dos sistemas biológicos. Ressalta-se, ainda, que o estudo do papel biológico e/ou curativo das substâncias não apresenta protagonismo nas pesquisas realizadas na química, diferentemente das pesquisas das áreas de fisiologia/medicina.

Livros-texto de bioquímica salientam os fundamentos químicos da bioquímica ao defini-la. Berg, Tymoczko e Stryer (2012, p. 1) afirmam que “Biochemistry is the study of the chemistry of life processes”, complementando que “concepts from chemistry explain the properties of biological molecules” (p. 6). Analogamente, Voet e Voet (2011, p. 3) definem bioquímica como “the study of life on the molecular level”. A base química da bioquímica também é bem enfatizada por Nelson e Cox (2013, p. 2) ao afirmarem que a “biochemistry describes in molecular terms the structures, mechanisms, and chemical processes shared by all organisms and provides organizing principles that underlie life in all its diverse forms, principles we refer to collectively as the molecular logic of life”.

O caráter interdisciplinar da bioquímica também é sublinhado nos livros-texto. Berg, Tymoczko e Stryer (2012, p. 1) frisam “the application of our tremendous knowledge of biochemistry to problems in medicine, dentistry, agriculture, forensics, anthropology, environmental sciences, and many other fields”. Já Nelson e Cox (2013, p. 2) apontam as aplicações da bioquímica, mas salientam que se trata de uma ciência básica: “although biochemistry provides important insights and practical applications in medicine, agriculture, nutrition, and industry, its ultimate concern is with the wonder of life itself”. Aplicações médicas têm sua relevância destacada por alguns autores. Voet e Voet (2011, p. vii), por exemplo, indicam que “human welfare, particularly its medical and nutritional aspects, has been vastly improved by our rapidly growing understanding of biochemistry”. Campbell e Farrell (2012, p. xxi) estabelecem que “biochemistry is a multidisciplinary science” e complementam que “important applications of this kind of knowledge are made in medically related fields; an understanding of health and disease at the molecular level leads to more effective treatment of illness of many kinds” (p. xxi).

De certa forma, também é possível entender a bioquímica como uma disciplina. Barros (2011) apresenta uma série de elementos que definiriam um campo disciplinar. Dentre outros aspectos, esse autor propõe que toda disciplina possui: i. um campo de interesses, que pode ter pontos em comum com outras disciplinas; ii. singularidades, que tornam a disciplina única, distinguindo-a de outras; iii. teorias, metodologias e práticas discursivas, que podem ter origens diversas; iv. interdisciplinaridades, refletindo elementos comuns a outras disciplinas; v. campos intradisciplinares, que expressam os níveis de especialização da disciplina; vi. interditos, entendidos como aquilo que está fora do campo de cobertura da disciplina; vii. uma rede humana, expressa pela comunidade científica que se ocupa de dada disciplina; viii. um olhar sobre si, que significa uma reflexão sobre a sua própria história e desenvolvimento.

Nesse contexto, pode-se afirmar que a vida é o principal campo de interesse da bioquímica, mas analisada sob a ótica da química, com a qual compartilha determinadas teorias e métodos (cinética enzimática, purificação de proteínas etc), assim como o faz com outras disciplinas. Desses pontos comuns deriva, então, a interdisciplinaridade tão evidente da bioquímica. Complementarmente, essa disciplina é praticada por uma comunidade científica bem estabelecida em nível internacional[49] e, apesar de ser relativamente nova, já existe há algum tempo a preocupação em valorizar a história da bioquímica (Kohler, 1975; Evered, 1985; Bradford, 1991; Wood, 2001).

No âmbito acadêmico, a disciplina de bioquímica já é amplamente consolidada. Entendida, nesse caso, como um conjunto de conteúdos a serem ensinados, a bioquímica está presente nos currículos de vários cursos de graduação[50], em especial da área de saúde, nos quais a disciplina é ministrada comumente nos estágios iniciais da graduação, junto com outras disciplinas básicas (Silva; Batista, 2003). Nos cursos médicos, isso não é diferente e a falta de integração entre a bioquímica e outras disciplinas do curso tem sido questionada (Mathews; Stagnaro-Green, 2008), assim como a extensão e a profundidade com as quais a bioquímica deve ser ensinada (Saffran, 1997). A despeito disso, é reconhecida a importância do ensino de bioquímica, assim como de outras ciências básicas, para os alunos de medicina, inclusive para aqueles que se dedicarão exclusivamente à prática clínica (Weatherall, 2006).

10.4 Considerações do estudo

As pesquisas premiadas com o PNFM podem ser consideradas bastante interdisciplinares, estabelecendo fronteiras com diferentes disciplinas ou campos de saber. Neste trabalho, foi

---

49 A International Union of Biochemistry and Molecular Biology, fundada em 1955, é uma sociedade científica que reúne bioquímicos de 75 países.

50 Além de constar como disciplina nos cursos de graduação, a bioquímica constitui um campo de pesquisa próprio e, como tal, é contemplado em programas de pós-graduação específicos, que são oferecidos tanto por institutos da área de ciências biológicas quanto de química, conforme pontuado no estudo de caso “Egressos da pós-graduação”, na seção “Curso de graduação” (página 204).

analisado como a ciência química se faz presente nos estudos laureados com o PNFM. Na maioria dos casos, tais estudos não apresentam uma pergunta de pesquisa propriamente química, relacionadas à composição de substâncias, à determinação estrutural de moléculas, à síntese de compostos, entre outras; mas fazem uso de técnicas e/ou métodos químicos para a consecução de seus objetivos e, frequentemente, chegam a resultados que são descritos em termos químicos ou que dependem de conceitos da química para serem devidamente compreendidos.

Em pesquisas nas quais a contribuição da química é alta ou muito alta, são comuns as determinações de estrutura química, sínteses e descrições de processos biológicos em nível molecular. Para alguns trabalhos, esses aspectos destacam-se de tal modo que a atribuição de um PNFM e não de química torna-se discutível, evidenciando-se o quanto determinadas pesquisas estão na fronteira do conhecimento científico. Sob a perspectiva dos prêmios Nobel, aliás, é possível até questionar a divisão do conhecimento em disciplinas e, consequentemente, o uso do termo “fronteira”.

As contribuições da química para as pesquisas que ganharam o PNFM também foram sugeridas pela análise do perfil dos cientistas envolvidos nesses estudos, bem como pela análise do tempo decorrido entre a publicação de resultados de pesquisa e a sua premiação com o Nobel, com intervalos de tempo menores relacionados a pesquisas com maior grau de contribuição da química. Em linhas gerais, tais contribuições podem ser tratadas como um processo de “molecularização” da área fisiológica/médica, que pode ser interpretado como uma abordagem cada vez mais molecular do funcionamento do organismo humano e de doenças que o acometem.

Sob uma perspectiva temporal, pesquisas em fisiologia/medicina com forte viés químico foram mais recorrentes com o passar do tempo, ao menos até o final da década de 1970, notando-se uma mudança no perfil dessas pesquisas que parece acompanhar também a evolução da ciência química. Em décadas mais recentes, observou-se que os PNFM continuam a apresentar uma abordagem química, porém, esta já não se mostra mais um diferencial para as pesquisas na área. Complementarmente, verificou-se que, ao longo do tempo, a abordagem química tem se traduzido mais na caracterização de interações entre substâncias do que no foco em substâncias isoladas. Esses achados foram corroborados pela análise dos PNQ, na qual se destacaram pesquisas que poderiam ser relacionadas aos trabalhos agraciados com o PNFM, bem como pela análise de determinados campos de pesquisa da fisiologia/medicina, cujo desenvolvimento foi pontuado neste trabalho.

Nominalmente, a interface entre a fisiologia/medicina e a química é expressa pela bioquímica, único campo de pesquisa comum às duas áreas, conforme classificação da Fundação Nobel. Para além dessa categorização oficial, notou-se que, de fato, muitas das pesquisas premiadas com PNQ e com PNFM abordam assuntos que são próprios da bioquímica. Na perspectiva do Prêmio Nobel, a consolidação da bioquímica como campo de

saber interdisciplinar ocorreu ao longo do século XX, em especial a partir da década de 1940, constituindo-se como disciplina regular na maior parte dos cursos de química e medicina.

Além da questão da interdisciplinaridade, este estudo também sublinhou o quanto o contexto sociocultural pode influenciar o desenvolvimento de pesquisas nas áreas de química e de fisiologia/medicina e, possivelmente, até a própria valoração desses estudos com o PNQ e o PNFM, os quais reconheceram o mérito de várias pesquisas que contribuíram, em última instância, para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

10.5 Apreciação do estudo de caso segundo o referencial analítico proposto

Nesta seção, o estudo apresentado no presente capítulo é avaliado segundo as dimensões, categorias e subcategorias do referencial analítico proposto. De forma esquemática, esses elementos estão representados na figura 48, retratando as relações entre cultura e sociedade observadas no trabalho em questão.

FIGURA 48. Relações entre cultura e sociedade no contexto do estudo “Prêmios Nobel: relações entre a química e a fisiologia e medicina”.

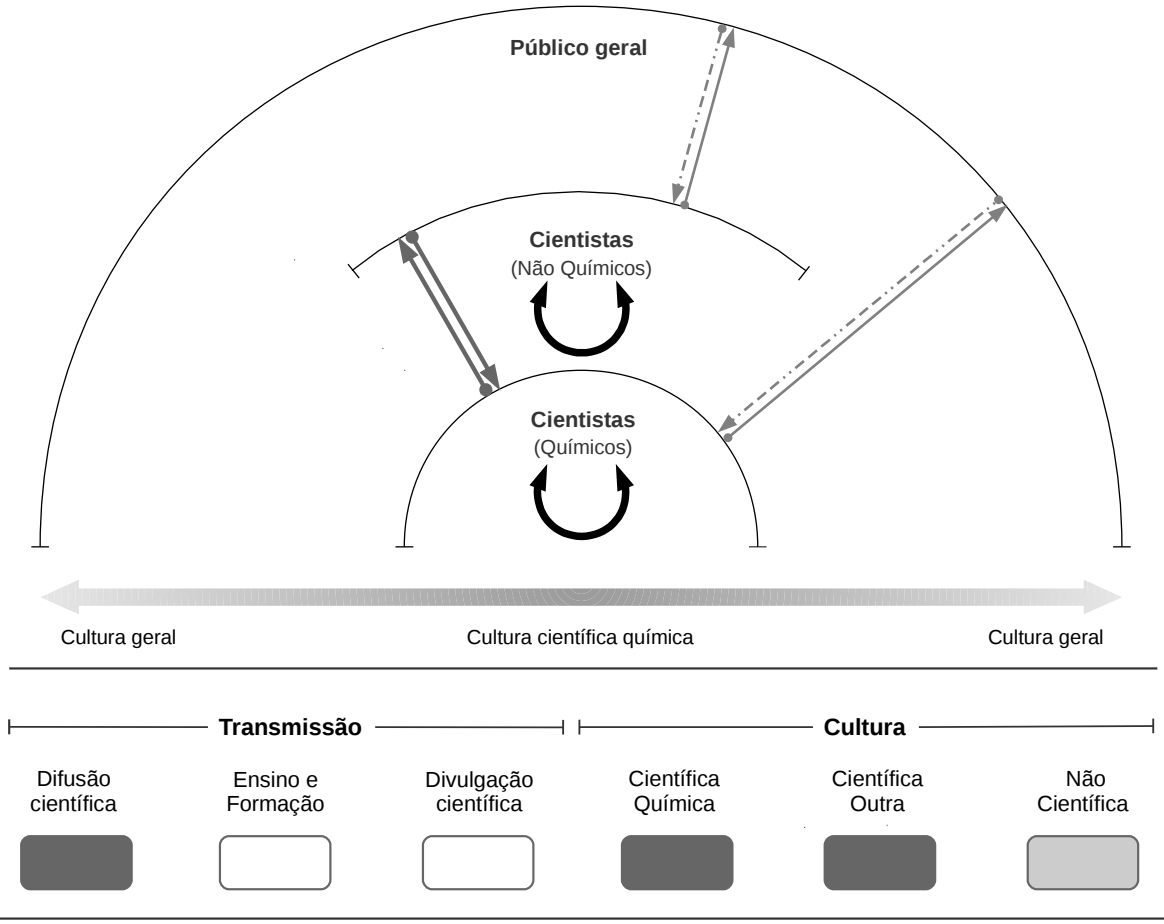


Diagrama que representa esquematicamente a aplicação do referencial analítico ao estudo de caso “Prêmios Nobel”. As setas que conectam os diferentes grupos da dimensão “sociedade” indicam o sentido do fluxo de informações entre eles. As setas também se diferenciam quanto ao estilo: quanto maior a espessura e mais escura a tonalidade da seta, maior a ênfase da relação representada. Os retângulos associados às categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” apresentam cores que seguem um padrão: “branco”, “cinza claro” e “cinza escuro” correspondem, nessa ordem, a ênfases gradativamente maiores para a categoria/subcategoria assinalada. Nota: As setas tracejadas representam a influência que valores socioculturais vigentes na sociedade exercem na atuação dos cientistas químicos e não químicos.

Fonte: Própria autora.

10.5.1 Análise descritiva

Na dimensão “sociedade”, foram identificados como principais representantes da “comunidade de química” os cientistas químicos que foram autores ou colaboradores de trabalhos que ganharam o PNQ. Fora da comunidade de química, foram identificados: i. os cientistas que foram autores ou colaboradores de trabalhos que ganharam o PNFM; ii. o público

geral, ou seja, todos os integrantes da sociedade que podem se beneficiar do desenvolvimento da ciência ou relacionar-se ao mesmo, ainda que não sejam cientistas.

Na dimensão “transmissão”, foi assinalada apenas a categoria “difusão científica”.

Na dimensão “cultura”, as três opções foram identificadas no estudo: “cultura científica - química”, “cultura científica - outra” e “cultura não científica”, havendo um equilíbrio entre as duas primeiras, que se destacaram mais do que a última.

10.5.2 Análise relacional

É sabido que muitos dos trabalhos agraciados com o Prêmio Nobel possuem uma natureza interdisciplinar, principalmente aqueles que ganharam o PNFM ou mesmo o PNQ.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a química mostra-se presente e com grande destaque em muitas das pesquisas que receberam o PNFM, sendo às vezes difícil definir fronteiras para a fisiologia/medicina e a química como campos da ciência. Desse modo, a transmissão cultural observada no contexto deste estudo contempla eminentemente aspectos da cultura científica, com destaque similar para a química e para outras ciências, representadas aqui pela fisiologia e medicina.

Entretanto, a atividade científica, enquanto um empreendimento social, é influenciada por questões outras que não necessariamente fazem parte da ciência. Acompanhando-se o histórico das premiações, fica claro o quanto aspectos históricos, sociais, econômicos, entre outros, caminham em curso com a evolução do desenvolvimento científico e o influenciam em algum grau. Por esse motivo, considera-se que a transmissão cultural envolve aspectos culturais externos à ciência.

Na atividade de pesquisa, central neste estudo sobre os Prêmios Nobel, a principal forma de comunicação da ciência é a difusão científica, estabelecida entre os cientistas. É com tal finalidade que os conhecimentos gerados são transmitidos no interior da comunidade científica. A difusão pode ocorrer pelo contato direto entre os pesquisadores, a partir da troca de saberes e experiências no cotidiano da atividade de pesquisa. Em contrapartida, também foi possível observar, com os Prêmios Nobel, a relevância da comunicação de questões, métodos e resultados de pesquisa por meio de trabalhos científicos.

No plano social, é evidente o protagonismo dos cientistas, que foram alocados tanto na “comunidade de química” quanto no quadro de “outros grupos sociais”. Em seus respectivos setores na sociedade, o diálogo mostra-se mais recorrente: químicos colaborando com químicos e o mesmo acontecendo com pesquisadores de outras áreas. Mas as demandas impostas pelas pesquisas interdisciplinares acabam fomentando a formação de interfaces entre os campos de pesquisa e, por extensão, o diálogo entre os cientistas de tais áreas.

Sobre o aspecto social da atividade científica, não é possível deixar de mencionar o público geral, tomado como todas as pessoas que se beneficiam do desenvolvimento da ciência

e, de alguma forma, também influenciam a atividade científica. A relação entre os cientistas e o público geral, portanto, apresenta um caráter dual, representado pelas setas paralelas que indicam sentidos opostos. Nesse cenário, valores socioculturais fomentam pesquisas nas áreas de química e fisiologia/medicina (condição representada pelas setas tracejadas que se originam no público geral e se direcionam para os dois grupos de pesquisadores) e, em contrapartida, pesquisas nessas áreas geram conhecimentos que podem beneficiar as pessoas.

Em suma, a apreciação deste estudo de caso, com base no referencial analítico proposto, apontou como resultados principais:

i. As relações entre os diferentes grupos da sociedade e os aspectos culturais da química ocorrem pela difusão de conhecimentos entre os pesquisadores, pela comunicação de seus trabalhos;

ii. No contexto dos PNFM e dos PNQ, a interdisciplinaridade das pesquisas torna difícil definir limites para as duas áreas, que apresentam destaque semelhante considerando-se os prêmios analisados;

iii. A interdisciplinaridade origina-se na natureza dos problemas de pesquisa que os cientistas precisam enfrentar e impõe a eles a necessidade de estabelecer colaborações entre si;

iv. O público geral beneficia-se dos conhecimentos gerados e transmitidos na atividade científica, embora não apareça como protagonista na descrição dos trabalhos premiados.

v. A interface entre público geral e comunidade de química caracteriza-se pela transmissão tanto de conhecimentos em química, mas aplicados à fisiologia/medicina, quanto de valores sociais.

11 Visão geral dos estudos de caso

Neste trabalho, foram apresentados sete estudos de caso que versam sobre a transmissão de conhecimentos em química entre diferentes grupos da sociedade, com finalidades e sob circunstâncias igualmente diversas. Todos foram avaliados conforme o referencial analítico proposto. Os diagramas correspondentes aos estudos foram sumarizados em dois diagramas gerais, na tentativa de se obter uma visão geral do conjunto.

No primeiro diagrama, estão representadas as dimensões “transmissão” e “cultura” (figura 49).

FIGURA 49. Análise global dos estudos de caso no tocante às dimensões “transmissão” e “cultura” do referencial analítico proposto.

Estudo de caso	Transmissão			Cultura		
	Difusão científica	Ensino e formação	Divulgação científica	Científica		Não Científica
				Química	Outra	
Imagem pública da química						
AIQ						
Química Verde						
QNInt						
YouTube						
Egressos da pós-graduação						
Prêmios Nobel						

Diagrama que compila todas as configurações observadas para as categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” nos estudos de caso. Tal como nos diagramas que lhe deram origem, o padrão de cores dos retângulos representa a ênfase de determinada categoria/subcategoria na análise: “branco”, “cinza claro” e “cinza escuro” para destaques, respectivamente, “baixo/nulo”, “médio” e “alto”.

Fonte: Própria autora.

A partir da análise desse diagrama, é possível observar que, no âmbito da “transmissão”, predominaram os contextos de divulgação científica e, em menor escala, de ensino e formação. No plano cultural, os quadros de cultura científica química e de cultura não científica obtiveram quase o mesmo destaque. A despeito da preponderância de alguns cenários, nota-se que todas as categorias e subcategorias das dimensões “transmissão” e “cultura” tiveram um destaque alto em pelo menos um dos estudos.

No segundo diagrama, está representada a dimensão “sociedade” (figura 50).

FIGURA 50. Análise global dos estudos de caso no tocante à dimensão “sociedade” do referencial analítico proposto.

Pessoas/instituições	IES / IP	SBQ	IEB	CFQ/CRQ	Indústrias químicas	Cientistas NQ	Especialistas NQ	Jornalistas	Imprensa	O. fontes divulgação	Entretenimento	Estudantes	Público geral
IES / IP (i)	↑												
SBQ (i)	↑	↑											
IEB (i)	↑	↑	↑										
CFQ/CRQ (i)	↑	↑	↑	↑									
Indústrias químicas (i)	↑	↑	↑	↑	↑								
Cientistas NQ	↑					↑							
Especialistas NQ													
Jornalistas (ii)	↓		↓		↓		↓	↑					
Imprensa (ii)	↓	↓	↓	↓	↓								
O. fontes divulgação									↑				
Entretenimento													
Estudantes (iii)	↓	↓	↓								↓		
Público geral (iii)	↑	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↑

Diagrama que compila todas as relações observadas para os grupos sociais identificados nos estudos de caso. Diferentemente dos diagramas que lhe deram origem, este não discrimina as relações quanto às suas ênfases. O sentido das setas representa a origem e o destino do fluxo de informações, particularmente de natureza química. Tal representação levou em conta todas as configurações de direcionalidade encontradas nos estudos.

Os segmentos da sociedade que se destacaram nos cenários socioculturais abordados estão agrupados conforme às relações sociais estabelecidas, tomando-se como base os diferentes modos de transmissão cultural analisados. Esses grupos estão indicados por (i), (ii) e (iii) no diagrama.

Abreviações: IES: Instituição de Ensino Superior (cientistas químicos e docentes de química); IP: Instituição de Pesquisa (cientistas químicos); SBQ: Sociedade Brasileira de Química; IES: Instituição de Educação Básica (professores de química); CFQ/CRQs: Conselhos Federal de Química/Conselhos Regionais de Química; Cientistas NQ: Cientistas não químicos; Especialistas NQ: Especialistas não químicos; O. fontes divulgação: Outras fontes de divulgação.

Fonte: Própria autora.

Grosso modo, evidenciam-se três grandes grupos nesse diagrama, considerando-se as áreas onde as setas se concentram: i. grupo formado por representantes da comunidade de química; ii. grupo formado por profissionais e instituições que trabalham com comunicação; iii.

grupo formado pelo público, geral e de estudantes. No que tange às relações, analisadas quanto ao fluxo de informações de natureza química principalmente, elas tendem a seguir padrões que estão em consonância com os grupos identificados: ocorrem bidirecionalmente dentro da comunidade de química[51] e apontam mais frequentemente no sentido dos profissionais de comunicação e do público.

Identificados os cenários mais recorrentes nos estudos realizados, convém examinar algumas similaridades e particularidades das relações observadas em cada estudo, à luz do referencial analítico proposto.

11.1 Análise comparativa dos estudos de caso

Primeiramente, é relevante assinalar que a transformação do conhecimento ocorre em qualquer situação de transmissão cultural. Todavia, o grau em que ela acontece tende a variar conforme a distância que separa os interlocutores em termos de conhecimentos compartilhados e o número de grupos sociais envolvidos no processo. A partir dessa consideração, é possível traçar um paralelo com as finalidades da transmissão, adaptados do modelo de espiral da cultura científica proposto por Vogt (2003, 2012).

Claramente, os estudos que trataram dos egressos da pós-graduação e dos Prêmios Nobel apresentaram situações de transmissão de conhecimento com menor grau de transformação do mesmo. No conjunto, predominaram nesses trabalhos situações de difusão científica, comparativamente à divulgação[52]. Nos estudos com jornais, sobre o AIQ e o YouTube, a divulgação científica apresentou maior destaque e a abordagem do conhecimento em química distanciou-se bastante daquela adotada no contexto de uma comunidade científica. De modo particular, verificou-se que o QNInt tem a divulgação como um objetivo importante[53], mas se mantém mais próximo da abordagem científica, o que se deve, ao menos parte, à ausência de intermediários externos à academia no contato com o público[54].

A ocorrência de intermediários, aliás, remete à discussão sobre os estilos de comunicação científica propostos por Bucchi (2013). De acordo com esse autor, a forma de comunicar ciência observada no QNInt enquadra-se em um estilo de comunicação 2.0, que prevê um engajamento maior dos cientistas em ações de divulgação científica, nas quais o contato do cientista com o

---

51 Tal configuração deve-se, principalmente, aos resultados observados no estudo “AIQ”.

52 No estudo de caso “Egressos da pós-graduação”, também se destaca a finalidade de “ensino e formação” ao se considerar a pós-graduação como nível de ensino e com objetivo principal de formar cientistas.

53 Além da finalidade de divulgação, o QNInt também atende a uma demanda educacional importante, conforme indicado pela sazonalidade de acessos ao portal (página 144) e pelos termos de busca que remetem à demanda escolar, empregados pelos usuários (página 147). Por esses motivos, a finalidade de “educação” também é considerada no estudo correspondente.

54 Conforme apontado no estudo de caso “QNInt”, grande parte dos conteúdos do portal é publicada originalmente em outras publicações da SBQ, portanto, por representantes da comunidade de química (página 138).

público é mais direto, sem a mediação de profissionais de comunicação nesse diálogo[55]. Por outro lado, no estilo 1.0, os cientistas recorrem a outros profissionais para divulgarem seus trabalhos. Essa é a situação típica da divulgação via jornais de grande circulação.

Nesse contexto, o estudo do AIQ evidenciou um cenário extremamente favorável ao engajamento dos cientistas, particularmente os químicos, em ações de divulgação[56]. Como exposto no referencial analítico, foram constatados ambos os estilos de comunicação[57]. Outro caso que chama atenção por esse aspecto é aquele sobre os vídeos do YouTube. Embora essa plataforma de vídeos favoreça o estilo de comunicação 2.0, os resultados obtidos no respectivo estudo indicaram que os cientistas químicos ainda exploram muito pouco essa ferramenta[58].

No que diz respeito à cultura, foram identificadas seis configurações diferentes nos estudos de caso, levando-se em conta as categorias e subcategorias propostas para a dimensão cultural. Considerando-se a variedade de cenários encontrados, merecem destaque os estudos que evidenciaram as estreitas relações entre a química e outras áreas da ciência. Este é o caso do portal QNInt, cujos conteúdos primam pela interdisciplinaridade, em sua maioria. O mesmo se aplica ao estudo sobre os Prêmios Nobel, que contemplam muitas pesquisas situadas na fronteira do conhecimento. É interessante notar, neste ponto, que o primeiro estudo analisa uma iniciativa de divulgação científica, enquanto o segundo avalia um contexto marcado eminentemente pela difusão científica; mas ambos expõem o caráter interdisciplinar da química[59].

Também é pertinente assinalar que os aspectos de cultura científica relativos à química foram fortemente salientados em todos os estudos, à exceção do primeiro, sobre a imagem da química em jornais de grande circulação. Nesse caso, ponderou-se que a química ficou em segundo plano, com menor relevo comparada a outros aspectos encontrados nas notícias de jornal[60]. O trabalho sobre o YouTube também foi uma exceção no conjunto dos estudos, no que se refere à subcategoria “cultura científica - outra”. Nos vídeos avaliados dessa plataforma, a

---

55 O diagrama associado ao estudo de caso “QNInt” evidencia o contato direto entre o público geral, incluindo os estudantes, e a SBQ (página 151).

56 As palestras, organizadas sobretudo por representantes da academia, foram as ações mais divulgadas (página 88) e a academia foi a segunda fonte de divulgação mais recorrente do AIQ (página 92).

57 O diagrama associado ao estudo de caso “AIQ” evidencia essas duas vias de comunicação com o público geral, com e sem intermediários (página 102).

58 No estudo de caso “YouTube”, observa-se que, no âmbito da comunidade de química, professores fazem uso da plataforma de vídeos com finalidade educacional, principalmente, em geral por meio de vídeos de aulas expositivas, sem experimentos. Nos vídeos com experimentos, a participação de professores é muito discreta, conforme discutido na seção “Quem protagoniza e quem divulga os vídeos com experimentos” (página 169).

59 O estudo de caso “QNInt” evidencia o caráter interdisciplinar da química ao apresentar os conteúdos e a arquitetura do portal (página 141). Já o estudo de caso “Prêmios Nobel” lança luz à interdisciplinaridade da química sobretudo ao traçar paralelos entre os PNQ e os PNFM (página 236).

60 No estudo de caso “Imagem pública da química”, é verificado que, dos conteúdos analisados, 71% apresentam grau de relevância da química nulo e cerca de 10% grau de relevância alto (página 62).

interface da química com outras ciências foi considerada nula ou muito próximo disso, resultado que contrastou com aqueles obtidos nos demais trabalhos[61].

No plano social, é interessante salientar alguns aspectos, entre eles a presença de jornalista/imprensa como representantes de grupos sociais encarregados de estabelecer uma ponte entre cientistas e público geral. Conforme discutido, essa ponte é característica de um estilo de comunicação científica mais tradicional. Ela está presente em estudos que retratam cenários de divulgação mais ao estilo 1.0 de comunicação[62]. Em contrapartida, não é encontrada em estudos que lançam luz ao estilo 2.0 ou que dão mais ênfase a contextos de difusão e ensino.

Também cabe sublinhar a complexidade de se definir o que é "público geral", que foi identificado em todos os estudos. No âmbito da divulgação científica, ele abrange todas as pessoas que podem constituir o público alvo de determinada atividade de divulgação. Com base nessa definição, todos, entre estudantes, especialistas, jornalistas e até mesmo cientistas poderiam compor o chamado público geral. Afinal, é seguro afirmar que, para qualquer sujeito, a especialização em determinado assunto faz frente à falta de conhecimentos em inúmeros outros campos do saber. Além disso, concorda-se com Porto (2011) quando ela defende ser ultrapassada a divisão da sociedade em cientistas (detentores do saber) e público leigo (sem saber algum). Contudo, para viabilizar a análise dos estudos, recorreu-se a esta dicotomia, apenas por questão metodológica, entendendo-se que não seria possível avaliar a sociedade em sua integralidade sem antes examinar os grupos que a compõem.

Ainda na esfera social, a segmentação da sociedade em "comunidade de química" e "outros grupos sociais", inspirada na visão de Tönnies (2002) sobre comunidade e sociedade mostrou-se adequada aos propósitos deste trabalho. Ela pressupõe, entre outros aspectos, que a comunidade de química relaciona-se com a química, enquanto ciência, profissão, atividade econômica e educacional, de forma muito mais intencional, apropriando-se desse elemento cultural com mais consciência de riscos e benefícios associados ao uso dos conhecimentos em química.

Embora, nos sete estudos de caso, tenham sido identificados representantes das duas categorias, "comunidade de química" e "outros grupos sociais", nota-se que, em alguns estudos, sobressaem-se mais determinados segmentos sociais do que outros. No estudo sobre os egressos da pós-graduação, por exemplo, o enfoque está na comunidade de química, sendo

---

61 No estudo de caso "YouTube", os vídeos com grau de relevância da química não nulo concentram-se principalmente nos conteúdos de aula e de divulgação científica, mas ambos focalizados na química, praticamente sem estabelecer paralelos com outras ciências.

62 Os estudos de caso "Imagem pública da química" e "Química Verde" são os mais representativos do estilo de comunicação científica 1.0.

discreto o papel de outros grupos sociais[63]. Já no estudo sobre o YouTube, verifica-se o contrário e a participação da comunidade de química é mais limitada[64].

Por outro lado, há estudos de caso que caracterizam pela profusão de personagens envolvidas e/ou pelas redes de articulação encontradas, com destaque para o estudo sobre o AIQ e aqueles abordando os conteúdos jornalísticos[65]. No primeiro estudo, em particular, é válido atentar para as colaborações estabelecidas entre grupos diferentes da comunidade de química, principalmente pelo fato de que o diálogo estabelecido tinha como finalidade a divulgação científica, atividade que usualmente não é prioridade entre os membros da comunidade de química.

Nos setes estudos de caso, também foram identificadas relações entre os membros da "comunidade de química" e de "outros grupos sociais", mesmo que com ênfases variadas. Reitera-se que são fortes as interações entre público geral e jornalistas/imprensa, mas um pouco mais discretas entre estes últimos e os químicos, sendo elas ainda mais limitadas entre os químicos e o público geral. Há situações de cooperações intragrupos, caracterizadas pelas relações verificadas dentro de um mesmo grupo social[66]. Isso foi observado, por exemplo, no caso dos jornalistas, que consultam e/ou reproduzem conteúdos de outros jornalistas[67]. Também é uma situação observada entre cientistas, por ocasião da difusão científica, como apontado nos estudos sobre os egressos da pós-graduação, os Prêmios Nobel e, em menor escala, a geração e transposição de conhecimentos em Química Verde. Finalmente, para o estudo sobre o YouTube, o público geral também publica e visualiza vídeos na plataforma, resguardada, no caso, a dificuldade de identificação desse público, como já apontado.

Analisados em conjunto, os estudos de caso abrangem um amplo panorama sociocultural dentro da comunidade de química, assim como uma diversa gama de modos de transmissão cultural. Na difusão, no ensino e na divulgação da química, diferentes atores podem estar envolvidos, sejam eles pertencentes à comunidade de química ou a outros segmentos da sociedade. Como esperado, os cientistas químicos parecem estar mais engajados com a difusão científica e, em menor grau, com o ensino; porém, há situações favoráveis à participação dos químicos em ações de divulgação científica, havendo muito a ser ampliado nessa área. O mesmo se aplica às relações sociais, que podem se fortalecer e se diversificar dentro da comunidade de química e para além de seus domínios. Por sua vez, a apropriação da química

---

63 O estudo de caso "Egressos da pós-graduação" centra-se exatamente nos alunos da pós-graduação do IQUSP, que, uma vez egressos, passam a atuar profissionalmente em outros setores com forte presença da comunidade de química.

64 A participação da comunidade de química no estudo de caso "YouTube" é observada principalmente entre os professores, muitos deles em contexto de aula, não de divulgação científica.

65 No estudo de caso "Imagem pública da química", contribuem para o alto número de personagens as fontes consultadas (página 70), assim como também foram variadas as fontes de divulgação do AIQ (página 92).

66 Relações intragrupos são representadas nos diagramas analíticos por setas de duplo sentido, com origem e destino no mesmo grupo (páginas 75, 128 , 185, 217 e 254).

67 Tal afirmação refere-se, principalmente, ao estudo de caso "Imagem pública da química", conforme apresentado na tabela 3 do respectivo estudo (página 68) e representado no diagrama analítico correspondente (página 75).

como um elemento cultural, de natureza multifacetada, pode ser observada em qualquer forma de transmissão de conhecimento, embora isso fique mais evidente em alguns casos do que em outros.

12 Considerações finais

Esta tese teve como objetivo caracterizar as relações entre as pessoas e a química sob a perspectiva da transmissão cultural, tomando a química como parte integrante de nossa cultura e as pessoas como os entes responsáveis pelo trânsito de conhecimentos no interior da sociedade. Para tanto, construiu-se um referencial analítico que foi empregado na avaliação de sete estudos de caso, todos tratando dessa temática.

Sobre a concepção desse referencial, é pertinente fazer uma série de considerações.

Primeiramente, destaca-se que a compartimentalização das dimensões de análise cumpriu funções exclusivamente analíticas, sem ignorar que os seus limites podem ser muito tênues e de difícil identificação. É certo que a divisão da cultura científica em “química” e “não química” estabelece barreiras entre áreas do saber que se esvaem à medida que as pesquisas assumem uma natureza cada vez mais interdisciplinar, a exemplo dos estudos agraciados com o Prêmio Nobel. Do mesmo modo, as fronteiras entre “difusão”, “ensino e formação” e “divulgação” também são elásticas, pois a atribuição de cada termo depende de fatores diversos, tais como o canal de comunicação utilizado, a forma como a informação é transmitida e o público alvo. Nesse sentido, a mesma fonte de conteúdos pode servir às três finalidades - caso do portal “QNInt”; o mesmo vale para a apresentação de uma palestra, proferida em um congresso científico, em uma sala de aula ou em um centro cultural.

Além disso, a atribuição de ênfases na aplicação do referencial apresentou um caráter essencialmente qualitativo, embora tenha sido respaldada por fatores quantitativos em alguns casos. Como exemplo, tem-se o estudo de caso “Imagem pública da química”, no qual se ponderou a representatividade dos conteúdos com grau de relevância da química nulo dentro do universo de conteúdos analisados. Por outro lado, a avaliação foi muito mais qualitativa na definição de pesos para as categorias “difusão”, “ensino e formação” e “divulgação” no estudo de caso “Química Verde”, no qual o assunto foi investigado sob vários ângulos e por meio de procedimentos analíticos diferentes. Consideração similar se faz no âmbito das relações sociais, às quais a atribuição de pesos pode ter sido condicionada pelo escopo do próprio estudo, a exemplo dos estudos de caso “Química Verde” e “Prêmios Nobel”, nos quais se estimou como discreto o peso das relações entre público geral e cientistas.

Acerca das relações sociais, tem-se a ciência de que as mesmas não existem, a priori, como vias de mão única. O processamento de informações tendo como finalidade a sua transmissão cultural implica a necessidade de se conhecer o público alvo e, com base nesse conhecimento, ajustar a mensagem que se pretende comunicar. Sob esse aspecto, a transmissão cultural torna-se, fundamentalmente, um processo bidirecional. As setas no diagrama analítico representaram o fluxo de informações associadas principalmente à cultura

química, razão pela qual o sentido adotado para as setas foi, na maior parte dos casos, único. Exceções importantes foram observadas nos estudos de caso “Química Verde” e “Prêmios Nobel”, nos quais se abordaram as implicações de valores sociais para o desenvolvimento da ciência.

Ainda no plano social, a possibilidade de incluir grupos sociais específicos na dimensão “sociedade” do referencial analítico permitiu que o referencial fosse aplicado em diferentes conjunturas. Foi possível reconhecer esses grupos tanto no interior da comunidade de química (incluindo professores e pesquisadores, por exemplo), como fora dela, dentro de uma categoria que, por exclusão, foi definida e designada como “outros grupos sociais” e abrangeu, por exemplo, o chamado “público geral”. Tal segmento pode ser considerado emblemático de uma série de agrupamentos ou “conjuntos sociais” identificados em uma sociedade. Embora o “público geral” tenha sido representado à parte nos diagramas, por se pretender distingui-lo como público alvo da divulgação científica, admitiu-se que qualquer pessoa poderia pertencer a ele, sob determinadas condições.

A fluidez desse “conjunto social” pôde ser percebida também em outros grupos identificados na série de diagramas construídos. Os jornalistas, por exemplo, integraram um conjunto único nos estudos de caso “Imagem pública da química” e “Química Verde”; porém, foram incluídos no que se chamou de “imprensa” no estudo de caso “AIQ”. Analogamente, “pesquisadores não químicos” originaram um conjunto próprio no estudo de caso “Prêmios Nobel”; ao passo que, nos estudos de caso “Imagem pública da química” e “Química Verde”, eles foram incorporados ao conjunto dos “especialistas não químicos”, que abarcava profissionais tão diversos quanto bombeiros, nutricionistas, cabeleireiros, entre outros.

É com base nessa relação de “pertinência”, somada à ideia de “interseção”, que se propôs nesta tese um grupo designado “comunidade de química”, congregando em um mesmo conjunto social pessoas e instituições tão variadas quanto cientistas químicos, professores de química, CFQ/CRQ, SBQ, representantes de indústrias químicas, professores de química da educação básica e do ensino superior. Com efeito, em parte dos estudos de caso realizados, foram apresentados resultados que apontaram no sentido da não existência de uma comunidade de química. Isso foi verificado especialmente nos trabalhos que retrataram quadros mais complexos, no que diz respeito à esfera sociocultural. Em estudos como “Imagem pública da química”, “AIQ” e “YouTube”, por exemplo, uma constatação comum foi a existência de diferentes visões da química, associadas não apenas às suas áreas de inserção, mas também às pessoas que dela se apropriam.

Não obstante, ainda que se reconheça a existência de vários entendimentos sobre a química, considera-se que isso não inviabiliza a composição de um conjunto social que seja chamado de “comunidade de química”, constituído por “pessoas que possuem formação em química, atuam profissionalmente na área e/ou representam os interesses da química, enquanto ciência, atividade econômica ou campo educacional” - pessoas que podem ser tratadas

individualmente ou, em outra escala social, no âmbito das suas instituições representativas, como foi feito ao longo dos estudos. Ou seja, entende-se que, a priori, quaisquer sujeitos que atendam aos critérios mencionados podem pertencer a essa comunidade.

É fato que cada uma dessas pessoas ou instituições tem a sua visão particular da química, assim como qualquer grupo social tem as suas particularidades, o que não impede que seus membros definam-se como tal. Não é razoável, afinal, a concepção de um grupo social estritamente homogêneo. E seguramente os segmentos sociais identificados no interior da comunidade de química também não o são. Ressalta-se ainda o fato de que esses agrupamentos devem ser interpretados à luz de uma dinâmica social que permite às pessoas pertencerem a diferentes comunidades. Assim, por exemplo, se os professores de química estão inseridos dentro de uma comunidade de química, eles também podem integrar pelo menos outras duas comunidades - a de professores e a de profissionais da educação - com as quais compartilham afinidades e diferenças. Raciocínio semelhante se aplica a outros setores da comunidade de química.

As relações que os representantes dessa comunidade estabelecem entre si e com outros grupos da sociedade estão muito associadas aos propósitos das mesmas. Estes, por sua vez, estão vinculados às finalidades da transmissão cultural.

Sob o prisma da ciência química, a difusão pressupõe a comunicação entre cientistas, com o intuito de reportar suas pesquisas. Isso ocorre frequentemente por meio de periódicos e congressos, duas vias importantes de comunicação para os pesquisadores de qualquer área. No escopo de uma comunidade de química, os cientistas compartilham entre si um repertório de conceitos e metodologias que lhes permite um diálogo fluido e sem barreiras epistêmicas. Essa fluidez tende a diminuir quando as pesquisas tornam-se mais transdisciplinares, caso da química verde, ou mais interdisciplinares, caso da bioquímica.

Entretanto, é preciso que o conhecimento produzido pela ciência seja transmitido para além dos limites dos laboratórios, a fim de dar continuidade ao legado cultural gerado.

No plano do ensino e da formação, evidenciam-se os professores de química como atores principais. Idealmente licenciados em química, eles trabalham em instituições de ensino, onde estabelecem uma interface com os estudantes, público que está mais distante, conforme o nível de ensino, do que se pode chamar de cultura científica química. Nesses espaços, o processo de transmissão cultural pode ter como objetivos desde a formação do cientista, como preveem os programas de pós-graduação, até a formação de um cidadão, como se defende em documentos oficiais da educação básica. De acordo com essas finalidades, o conhecimento em química distancia-se, em maior ou menor grau, de seu sentido original e ganha o status de componente curricular.

Na área da divulgação científica, o cenário torna-se ainda mais complexo, principalmente pela multiplicidade de atores envolvidos. No âmbito da comunidade de química, considera-se que todos os seus representantes podem (e devem) contribuir para a divulgação da química.

Nesse contexto, o segmento das indústrias químicas desponta como um grupo importante. Ele se relaciona com a ciência por meio da tecnologia; necessita da formação de mão de obra especializada para trabalhar no meio industrial; atende as necessidades da população e de outras indústrias com a sua produção; finalmente, sofre de forma mais direta e generalizada os efeitos de uma imagem pública negativa da química. Logo, também deve ser do interesse dessas indústrias atuar na divulgação da química.

Ações do gênero, por sua vez, podem ocorrer segundo estilos de comunicação mais diretos ou indiretos.

No último caso, a participação de intermediários é caracterizada sobretudo pela atuação de profissionais da comunicação, que atuam como pontes entre a comunidade de química e o público. Por suas competências profissionais e pelas instituições em que trabalham, eles são capazes de difundir a informação pretendida para um público em massa - resultado que é muito importante seja para “divulgar a divulgação científica”, seja para divulgar uma pesquisa científica ou qualquer outra notícia afim à química. Contudo, mesmo que as informações divulgadas tenham relação com a química, frequentemente as fontes de consulta desses profissionais não são membros da comunidade de química.

Outro aspecto que se ressalta na relação entre comunidade de química e profissionais da comunicação é o teor da mensagem cultural comunicada. Além das diferentes visões de química existentes nessa comunidade, também é necessário lembrar que o público geral - e, neste ponto, são incluídos no grupo os jornalistas e as fontes consultadas - também tem sua própria visão de química, concebida a partir de um arcabouço cultural muito mais geral. Dentro dessa cultura geral, por exemplo, a química pode trazer más lembranças como disciplina escolar, ser sinônimo de produto não natural ou ser sinal de afinidade em um relacionamento.

No caso da divulgação direta, quando os cientistas e a comunidade de química em geral engajam-se em atividades de divulgação, é esperado que ocorra a reprodução do quadro observado no AIQ, com a divulgação de visões distintas da química, assim como a maior aproximação entre setores da comunidade e públicos que lhes são mais autorreferentes. Entretanto, supõe-se que as colaborações que os diferentes segmentos da comunidade estabeleceram entre si no AIQ, ainda que discretas, não tendem a se repetir passado o evento - sendo mais provável que as colaborações concentrem-se em grupos sociais mais restritos.

No contexto dos estudos de caso e à luz dos objetivos desta tese, é possível considerar que as relações entre as pessoas e a química transpassam os mais variados contextos socioculturais, cuja segmentação em categorias tem seu valor metodológico ao lançar luz a elementos particulares dessas relações. Porém, tal segmentação não prescinde uma análise global de conjuntos sociais que se agrupam e reagrupam conforme suas atuações e funções em um cenário de transmissão cultural. Convém ressalvar ainda que o referencial analítico proposto, ao tomar a ciência química como parâmetro dentro de uma dimensão cultural, não provê uma

visão integral de cultura química, mas fornece um ponto de partida a partir do qual a química pode ser situada na esfera sociocultural.

13 Referências

A discipline buried by success [opinion]. Nature. 2001 May;411(6836):399.

AAAS. American Association for the Advancement of Science. Press & Public Engagement [Internet]. 2018. [citado 11 mar. 2018]. Disponível em: https://www.aaas.org/press-public-engagement.

Abel JJ. Chemistry in relation to Medicine. Journal of Chemical Education. 1929 Jun;6(6):1045-1064.

Abiquim. Associação Brasileira da Indústria Química. Associadas [Internet]. 2018c. [citado 03 fev. 2018]. Disponível em: https://abiquim.org.br/abiquim/associadas.

Abiquim. Associação Brasileira da Indústria Química. Institucional [Internet]. 2018b. [citado 03 fev. 2018]. Disponível em: https://abiquim.org.br/abiquim.

Abiquim. Associação Brasileira da Indústria Química. Missão e Visão [Internet]. 2018a. [citado 03 fev. 2018]. Disponível em: https://abiquim.org.br/abiquim/missaoVisao.

ABQ. Associação Brasileira de Química. Histórico da ABQ. [Internet]. 2018. [citado 03 dez. 2018]. Disponível em: http://www.abq.org.br/historico-da-abq.html.

Abramowicz A, Bittar M, Rodrigues TC. O Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos: um estudo sobre a sua história e o perfil de seus discentes. Revista Brasileira de Pós-Graduação. 2009 Dez;6(11):65-93.

ACS. American Chemical Society. 2018 ACS Summer School on Green Chemistry & Sustainable Energy [Internet]. 2018b. [citado 11 mar. 2018]. Disponível em: https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/students-educators/summerschool.html.

ACS. American Chemical Society. ACS Green Chemistry Institute [Internet]. 2018a. [citado 11 mar. 2018]. Disponível em: https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/about/history.html.

ACS. American Chemical Society. American Chemical Society announces winner of the Chemistry Champions competition [Internet]. 2016. [citado 11 mar. 2018]. Disponível em: https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/newsreleases/2016/august/acs-announces-winner-of-the-chemistry-champions-competition.html?_ga=2.126474126.2033207262.1518452045-464868474.1518452045.

Adam D. What's in a name?. Nature. 2001 May;411(6836):408-409.

Adeel Z. Focus on new water issues - perspectives at the end of the international year of freshwater. Global Environmental Change. 2004;14(supplement):1-4.

Aikenhead GS. Research into STS science education. Revista Educación Química. 2005;16(3): 384-397.

Almeida Júnior A. Sucupira N, Salgado C, Barreto Filho J, Silva M e R, Trigueiro D, Lima AA, Teixeira A, Chagas V, Maciel R. Parecer CFE nº 977/65, aprovado em 3 dez. 1965. Revista Brasileira de Educação. 2005Set/Dez;(30):162-173.

Amorim LH de, Massarani L. Jornalismo científico: um estudo de caso de três jornais brasileiros. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. 2008 Jan/Abr;1(1):73-84.

Amorim LH de. Jornalismo científico na América Latina: um estudo de caso de sete jornais da região [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz; 2006.

Anastas PT, Warner JC. Green Chemistry: Theory and Practice. New York: Oxford University Press;2000.

Andraos J, Dicks AP. Green chemistry teaching in higher education: a review of effective practices. Chemistry Education Research and Practice. 2012 Apr;13(2):69-79.

Andrews G, Clark MJ. The international year of older persons: putting aging and research onto the political agenda. Journals of Gerontology: Psychological Sciences. 1999 Jan;54B(1):7-10.

Andrews GR. The positive impact of the United Nations declared international year of older persons on perceptions of ageing. Australian Journal on Aging. 1999 Dec;18(supplement):3-7.

ANJ. Associação Nacional de Jornais. Maiores jornais do Brasil [Internet]. 2018. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://www.anj.org.br/maiores-jornais-do-Brasil/.

Annan K. Science for All Nations [editorial]. Science. 2004 Feb;303(5660):925.

Araújo EB, Moreira AA, Furtado V, Pequeno THC, Andrade Júnior JS. Collaboration Networks from a Large CV Database: Dynamics, Topology and Bonus Impact. PloS ONE. 2014 Mar;9(3), e90537.

Arroio A, Honório KM, Weber KC, Homem-de-Mello P, Gambardella MT do P, Silva ABF da. O show da química: motivando o interesse científico. Química Nova. 2006 Jan/Fev;29(1):173-178.

Augoustinos M, Crabb S, Shepherd R. Genetically modified food in the news: media representations of the GM debate in the UK. Public Understanding of Science. 2010 Jan;19(1):98-114.

Autran MMM, Borges MM, Mena-Chalco JP, Pinheiro VG. Perfil de produção acadêmica dos programas brasileiros de Pós-Graduação em Ciência da Informação 2008-2012. Perspectivas em Ciência da Informação. 2015 Out/Dez;20(4):57-78.

Barros JA. Uma “disciplina” - Entendendo como funcionam os diversos campos de saber a partir de uma reflexão sobre a história. OPSIS. 2011 Jan/Jun;11(1):252-270.

Becattini F, Chatterjee A, Fortunato S, Pan RK, Parolo PDB, Mitrovic M. The Nobel Prize delay. Physics Today Commentary and Reviews. 2014 May;67(5).

Bellebaum A. Ferdinand Tönnies. In: Miranda O de, organizer. Para ler Ferdinand Tönnies. São Paulo: EDUSP; 1995. p. 73-85.

Benedict L, Pence HE. Teaching Chemistry Using Student-Created Videos and Photo Blogs Accessed with Smartphones and Two-Dimensional Barcodes. Journal of Chemical Education, 2012 Mar;89(4):492-496.

Bentley P, Kyvik S. Academic staff and public communication: a survey of popular science publishing across 13 countries. Public Understanding of Science. 2011 Jan;20(1):48-63.

Berg JM, Tymoczko JL, Stryer L. Biochemistry. 7th ed. Basingstoke: W.H. Freeman; 2012. Chapter 1, Biochemistry: an envolving science; p. 1-24.

Bevins S, Byrne E, Brodie M, Price, G. English Secondary school students' perceptions of school science and science and engineering. Science Education International. 2011 Dec;22(4):255-265.

Bik HM, Goldstein MC. An introduction to social media for scientists. PLOS Biology. 2013 Apr;11(4):8p.

Blonder R, Jonatan M, Bar-Dov Z, Benny N, Rap S, Sakhnini S. Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. Chemistry Education Research and Practice. 2013 Jul;14(3):269-285.

Bodsgard BR, Johnson T A, Kugel RW, Lien NR, Müeller JA, Martin DJ. Organizing a high school chemistry outreach event: celebrating national chemistry week and the international year of chemistry. Journal of Chemical Education. 2011 Aug;88(10):1347-1350.

Borges MN, Ribeiro CMR, Araripe DR, Chacon EP, Coutinho LGR, Luz DM. Ações de divulgação de química na Casa da Descoberta: centro de divulgação de ciência na Universidade Federal Fluminense. Química Nova. 2011;34(10):1856-1861.

Borghol Y, Ardon S, Carlsson N, Eager D, Mahanti A. The untold story of the clones: Content-agnostic factors that impact YouTube video popularity [Internet]. 2012. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: http://www.ida.liu.se/~nikca89/papers/kdd12.pdf.

Bradford HF. Oral history of biochemistry in the UK. Biochemical Education. 1991 Oct;19(4):197-198.

Braga MM, Azevedo S. Mestres e doutores em Química. In: Velloso J, organizador. A Pós-Graduação no Brasil: formação e trabalho de mestres e doutores no país (Administração, Agronomia, Bioquímica, Clínica Médica, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Física, Química e Sociologia). Brasília: CAPES/Unesco; 2002. vol 1. p. 305-342.

Braga MM. Mestres e doutores em Bioquímica. In: Velloso J, organizador. A Pós-Graduação no Brasil: formação e trabalho de mestres e doutores no país (Administração, Agronomia, Bioquímica, Clínica Médica, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Física, Química e Sociologia). Brasília: CAPES/Unesco; 2002. vol 1. p. 125-176.

Brasil. Lei n. 2.800 de 18 de junho de 1956. Cria os Conselhos Federal e Regionais de Química, dispõe sobre o exercício da profissão de químico, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília (1956 jun. 25); Sec.1:12313.

Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base – Ensino Médio [Internet]. Brasília: MEC; 2018. [citado 21 jun. 2018]. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf.

Brasil. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias [Internet]. Brasília: MEC; 2002. [citado 17 fev. 2018]. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Energia no mundo 2015-2016 [Internet]. 2017. [citado 18 fev. 2018]. Disponível em: http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/14+-+Energia+no+%20Mundo+-+Matrizes+%20e+Indicadores+2017+-+anos+ref.+2015+-+16+%28PDF%29/60755215-705a-4e76-94ee-b27def639806?version=1.0.

Brasil. Projeto de Lei n. de 07 de junho de 2016. Dispõe sobre a proibição da utilização da substância bisfenol-A na fabricação e envasamento de alimentos, bebidas, medicamentos, utensílios, embalagens e recipientes [Internet]. 2016. [citado 29 jan. 2018]. Disponível em: http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:camara.deputados:projeto.lei;pl:2016-06-07;5483.

Brasil. Resolução CONAMA n. 3 de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Diário Oficial da União, Brasília (1990 ago. 22); Sec.1:15937.

Brito AGC de, Quoniam L, Mena-Chalco JP. Exploração da plataforma Lattes por assunto: proposta de metodologia. TransInformação. 2016 Jan/Abr;28(1):77-86.

Brotero PP. A subjetividade na química impressa por químicos e seu efeito no ensino [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação; 2006.

Brumfiel G. Supplanting the old media?. Nature. 2009 Mar;458(7236):274-277.

Bucchi M, Mazzolini RG. Big science, little news: science coverage in the Italian daily press, 1946-1997. Public Understanding of Science. 2003 Jan;12(1):7-24.

Bucchi M. Style in science communication. Public Understanding of Science. 2013 Nov;22(8):904-915.

Bueno, L de O. Mudanças climáticas no contexto das ciências e da divulgação científica [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; 2010.

Campbell MK, Farrell SO. Biochemistry. 7th ed. Belmont: Brooks/Cole Cengage Learning; 2012. Preface; p. xix-xv.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Comissão Especial de Acompanhamento do PNPG 2011-2020 e Elaboração da Agenda Nacional de Pesquisa. Relatório Final [Internet]. 2013. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://www.capes.gov.br/images/stories/download/PNPG-Relatorio-Final-11-12-2013.pdf.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. GEOCAPES - Sistema de Informações Georreferenciadas [Internet]. 2018. [citado 11 mar. 2018]. Disponível em: https://geocapes.capes.gov.br/geocapes/.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plano Nacional de Pós-Graduação – PNPG 2011-2020. Brasília: CAPES; 2010. vol I.

CAS. CAS Assigns the 100 Millionth CAS Registry Number® to a Substance Designed to Treat Acute Myeloid Leukemia [Internet]. 2015. [citado 28 jan. 2018]. Disponível em: http://support.cas.org/news/media-releases/100-millionth-substance.

CAS. CAS REGISTRY - The gold standard for chemical substance information [Internet]. 2018. [citado 28 jan. 2018]. Disponível em: https://support.cas.org/content/chemical-substances.

Castelfranchi Y. As serpentes e o bastão: tecnociência, neoliberalismo e inexorabilidade [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas; 2008.

Castelfranchi Y. Por que comunicar temas de ciência e tecnologia ao público? (Muitas respostas óbvias... mais uma necessária). In: Massarani L, coordenador. Jornalismo e ciência: uma perspectiva ibero-americana. Rio de Janeiro: Fiocruz/COC/Museu da Vida; 2010. p. 13-21.

Castelfranchi Y. Valores, política, trajetórias de vida: desafios interpretativos e metodológicos para o estudo da percepção pública da C&T. II Seminário Internacional Empírika Comunicação, Divulgação e Percepção de Ciência e Tecnologia (C&T); 26 e 27 out. 2012; Campinas, SP, Brasil.

Cavas B, Cakiroglu J, Cavas P, Ertepinar H. Turkish students' career choices in engineering: Experiences from Turkey. Science Education International. 2011 Dec;22(4):274-281.

CFQ. Conselho Federal de Química. Histórico [Internet]. 2018. [citado 03 fev. 2018]. Disponível em: http://www.cfq.org.br/historico.htm.

Chaui M. Convite à filosofia. 13a ed. São Paulo: Ática; 2009. Unidade 7, Capítulo 1, A atitude científica; p. 216-220.

Chemistry2011.org. Activities [Internet]. 2018b. [citado 07 fev. 2018]. Disponível em: http://www.chemistry2011.org/participate/activities.

Chemistry2011.org. Chemistry - A Basic Introduction [Internet]. 2018a. [citado 07 fev. 2018]. Disponível em: http://www.chemistry2011.org/introductiontochemistry.

Christensson C, Sjöström J. Chemistry in context: analysis of thematic chemistry videos available online. Chemistry Education Research and Practice. 2014 Jan;15(1):59-69.

Chudler EH, Bergsman KC. Explain the Brain: Websites to Help Scientists Teach Neuroscience to the General Public. CBE - Life Sciences Education. 2014 Dec; 13(4):577-583.

Clark F, Illman DL. A longitudinal study of the New York Times Science Times Section. Science Communication. 2006 Jun;27(4):496-513.

Clark J, Sheldon R, Raston C, Poliakoff M, Leitner W. 15 years of Green Chemistry [editorial]. Green Chemistry. 2014 Jan;16(1):18-23

CNPq. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Diretório dos grupos de pesquisa no Brasil [Internet]. 2014. [citado 14 jan. 2014]. Disponível em: http://lattes.cnpq.br/web/dgp/home.

Colson V. Science blogs as competing channels for the dissemination of science news. Journalism. 2011 Oct;12(7):889-902.

Cortes Júnior LP, Bazito RC, Freire RS, Andrade LH, Corio P, Fernandez C. [Internet]. Concepções prévias sobre química ambiental e química verde dos alunos da II Escola de Verão em Química Verde do IQ-USP. 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química; 26-29 mai. 2008; Águas de Lindóia, SP, Brasil. 2008. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://sec.sbq.org.br/cdrom/31ra/resumos/T1315-1.pdf .

Cotanda FC. A polissemia dos conceitos e suas implicações para a Sociologia: os usos do termo “sistema”. Educação & Sociedade. 2014 Jul-Set;35(128):829-842.

Davenport TH, Beck JC. A economia da atenção: compreendendo o novo diferencial de valor dos negócios. Serra, AC da C, tradutor. Rio de Janeiro: Campus; 2001.

Dellasala DA, Fitzgerald JM, Jonsson B-G, Mcneely JA, Dovie BD, Dieterich M, Majluf P, Nemtzov SC, Nevin OT, Parsons ECM, Watson JEM. Priority actions for sustainable forest management in the international year of forests. Conservation Biology. 2012 Jun;26(3):572-575.

Dichiarante V, Ravelli D, Albini A.. Green chemistry: state of the art through an analysis of the literature. Green Chemistry Letters and Reviews; 2010 Jun;3(2):105-113.

Digiampietri LA, Mena-Chalco JP, Melo POSV de, Malheiro APR, Meira DNO, Franco LF, Oliveira LB. BraX-Ray: An X-Ray of the Brazilian Computer Science Graduate Programs. PloS ONE. 2014a Abr;9(4):e94541.

Digiampietri LA, Mugnaini R, Mena-Chalco JP, Delgado KV, Alcázar J de JP. Análise macro das últimas atualizações dos Currículos Lattes. Em Questão. 2014b;20(3):88-113.

Dutt D, Garg KC. An overview of science and technology coverage in Indian English-language dailies. Public Understanding of Science. 2000 Apr;9(2):123-140.

Ebersole S. Uses and gratifications of the web among students. Journal of Computer-Mediated Communication. 2000 Sep;6(1):0.

Elkin LO. Rosalind Franklin and the double helix. Physics Today. 2003 Mar;56(3):42-48.

EPA. Environmental Protection Agency. About Risk Assessment [Internet]. 2018. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: https://www.epa.gov/risk/about-risk-assessment#tab-2.

Erdmann MA, March JL. Video reports as a novel alternate assessment in the undergraduate chemistry laboratory. Chemistry Education Research and Practice. 2014 Oct;15(4):650-657.

ERIC. Education Resources Information Center. Google Scholar [Internet]. 2014. [citado 12 fev. 2014]. Disponível em: https://eric.ed.gov/?q=%22google+scholar%22.

Estevam HM, Guimarães S. Avaliação do perfil de egressos do programa de pós-graduação stricto-sensu em Educação da UFU: impacto na formação docente e de pesquisador (2004-2009). Avaliação. 2011 Nov;16(3):703-730.

Euraxess. The EURAXESS Science Slam India 2017 [Internet]. 2017. [citado 11 mar. 2018]. Disponível em: https://euraxess.ec.europa.eu/worldwide/india/science-slam.

Evans JR, Mathur A. The value of online surveys. Internet Research. 2005.15(2):195-219, 2005.

Evered DF. The history of Biochemistry [editorial]. Biochemical Education. 1985 Jul;13(3):97.

Farias LA, Fávaro DIT. Vinte anos de química verde: Conquistas e desafios. Química Nova. 2011;34(6):1089-1093.

Fautch JM. The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: is it effective?. Chemistry Education Research and Practice. 2015 Jan;16(1):179-186.

Ferreira VF. A Química é sempre boa [editorial]. Química Nova. 2007 Mar/Abr;30(2):255.

Folha de S. Paulo. A Frágil Esfera Azul [Internet]. 09 dez. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/colunas/marcelogleiser/2012/12/1197663-a-fragil-esfera-azul.shtml.

Folha de S. Paulo. Cabelos precisam de cuidado no verão [Internet]. 08 jan. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2009/01/487713-cabelos-precisam-de-cuidados-no-verao.shtml.

Folha de S. Paulo. China produz proteína humana em arroz para uso farmacêutico [Internet]. 01 nov. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2011/11/999912-china-produz-proteina-humana-em-arroz-para-uso-farmaceutico.shtml.

Folha de S. Paulo. Como evitar o formol na progressiva [Internet]. 05 set. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/colunas/heloisanegrao/2012/09/1148743-como-evitar-o-formol-na-progressiva.shtml.

Folha de S. Paulo. Contaminação química em rio na China alcança nova província [Internet]. 20 jul. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/769631-contaminacao-quimica-em-rio-na-china-alcanca-nova-provincia.shtml.

Folha de S. Paulo. Cor de fósseis dá pistas sobre passado de besouro [Internet]. 29 set. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/bbc/982810-cor-de-fosseis-da-pistas-sobre-passado-de-besouro.shtml.

Folha de S. Paulo. Corrida pelo sucessor do silício pode determinar futuro dos chips [Internet]. 03 jan. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/tec/2012/01/1027000-corrida-pelo-sucessor-do-silicio-pode-determinar-futuro-dos-chips.shtml.

Folha de S. Paulo. Cosméticos e itens de higiene ocultam ingredientes que podem prejudicar a saúde [Internet]. 21 set. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://m.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2010/09/802271-cosmeticos-e-itens-de-higiene-ocultam-ingredientes-que-podem-prejudicar-a-saude.shtml.

Folha de S. Paulo. Droga com flor do Egito antigo combate câncer em cobaias [Internet]. 12 set. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/bbc/2011/09/973753-droga-com-flor-do-egito-antigo-combate-cancer-em-cobaias.shtml.

Folha de S. Paulo. Emissões de CO_2 ampliam acidificação dos oceanos [Internet]. 23 abr. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/folha/ambiente/ult10007u724917.shtml.

Folha de S. Paulo. Estudo encontra possível substância cancerígena em água potável nos EUA [Internet]. 20 dez. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/

equilibrioesaude/848409-estudo-encontra-possivel-substancia-cancerigena-em-agua-potavel-nos-eua.shtml.

Folha de S. Paulo. Fuvest aplica provas de história e química nesta segunda-feira [Internet]. 05 ja. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/educacao/ 2009/01/486169-fuvest-aplica-provas-de-historia-e-quimica-nesta-segunda-feira.shtml.

Folha de S. Paulo. Inundações na China levam produto químico explosivo a rio [Internet]. 28 jul. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/ 774237-inundacoes-na-china-levam-produto-quimico-explosivo-a-rio.shtml.

Folha de S. Paulo. Pesquisas podem ser usadas no combate ao câncer, em eletrônicos e na agricultura [Internet]. 06 out. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2010/10/810515-pesquisas-podem-ser-usadas-no-combate-ao-cancer-em-eletronicos-e-na-agricultura.shtml.

Folha de S. Paulo. Petroquímica Braskem investirá R$1,6 bilhão em 2011 [Internet]. 11 nov. 2010. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/mercado/829147-petroquimica-braskem-investira-r-16-bilhao-em-2011.shtml.

Folha de S. Paulo. Produtos químicos de depósito que pegou fogo em Diadema (SP) atingem córrego [Internet]. 28 mar. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2009/03/542165-produtos-quimicos-de-deposito-que-pegou-fogo-em-diadema-sp-atingem-corrego.shtml.

Folha de S. Paulo. Reagente facilita detecção de tumor inferior a um milímetro [Internet]. 24 nov. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/ 2011/11/1011382-reagente-facilita-deteccao-de-tumor-inferior-a-um-milimetro.shtml.

Folha de S. Paulo. Setor químico vai ter deficit comercial recorde de US$ 28 bilhões em 2012 [Internet]. 10 dez. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/ mercado/2012/12/1199039-setor-quimico-vai-ter-deficit-comercial-recorde-de-us-28-bilhoes-em-2012.shtml.

Folha de S. Paulo. Tabaco sem gosto [Internet]. 22 mar. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/colunas/helioschwartsman/1065195-tabaco-sem-gosto.shtml.

Folha de S. Paulo. Tabelinhas e tabelões [Internet]. 10 jun. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/bbc/928061-tabelinhas-e-tabeloes.shtml.

Folha de S. Paulo. Teste de R$ 13 pode detectar autismo, segundo pesquisa [Internet]. 04 jun. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/ 2010/06/745545-teste-de-r-13-pode-detectar-autismo-segundo-pesquisa.shtml.

Fonseca IF da, Bursztyn M. Marcadores de moralidade: A retórica ambientalista e a prática do desenvolvimento sustentável. Ambiente & Sociedade. 2007 Jul/Dez;10(2):171-188.

Francis SL, Martin P, Taylor K. Revising an Extension Education Website for Limited Resource Audiences Using Social Marketing Theory. Journal of Extension. 2011 Dec;49(6): 6FEA7.

Franz AK. Organic Chemistry YouTube Writing Assignment for Large Lecture Classes. Journal of Chemical Education. 2012 Mar;89(4):497-501.

Fredholm L. The Discovery of the Molecular Structure of DNA - The Double Helix [Internet]. 2014. [citado 13 fev. 2018]. Disponível em: http://www.nobelprize.org/educational/medicine/dna_double_helix/readmore.html.

Freitas CM de, Porte MF de S, Gomez CM. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. Revista de Saúde Pública. 1995 Dez;29(6):503-514.

Freitas DFCL de. Um estudo sobre o processo de transmissão cultural [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2013.

Furtado CA, Davis Júnior CA, Gonçalves MA, Almeida JM de. A Spatiotemporal Analysis of Brazilian Science from the Perspective of Researchers' Career Trajectories. PloS ONE. 2015 Oct;10(10):e0141528.

Ghazoul J, Pena-Claros M. The international year of biodiversity: a celebration and cogitation. Biotropica. 2010 Sep;42(5):531-533.

Gobert J. Leveraging technology and cognitive theory on visualization to promote students' science learning and literacy. In: Gilbert J, editor. Visualization in Science Education. Netherlands: Springer; 2005. p. 73-90.

Godin B, Gingras Y. What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model. Public Understanding of Science. 2000 Jan;9(1):43-58.

Gomes MH de A, Goldenberg P. Retrato quase sem retoques dos egressos dos programas de pós-graduação em Saúde Coletiva, 1998-2007. Ciência & Saúde Coletiva. 2010 Jul;15(4):1989-2005.

Griskevicius V, Tybur JM, Van den Bergh B. Going green to be seen: Status, reputation, and conspicuous conservation. Journal of Personality and Social Psychology. 2010 Mar;98(3):392-404.

Groboljsek B, Mali F. Daily Newspapers' Views on Nanotechnology in Slovenia. Science Communication. 2012 Jan;34(1):30-56.

Hartings MR, Fahy D. Communicating chemistry for public engagement. Nature Chemistry. 2011 Sep;3(9):674-677.

Heath C, Lehn D vom. Interactivity and Collaboration: new forms of participation in museums, galleries and science centres. In: Parry R, editor. Museums in a Digital Age. New York: Routledge;2009. p. 266-280.

Henriques MH, Guimarães FA, Sá AA, Silva E, Brilha J. The international year of Planet Earth in Portugal: past activities and further developments. Episodes. 2010 Mar;33(1):33-37.

Hijmans E, Pleijter A, Wester F. Covering scientific research in dutch newspapers. Science Communication. 2003 Dec;25(2):153-176.

Hofstein A. The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and research. Chemistry Education Research and Practice. 2004;5(3):247-264.

Howard JAK. Dorothy Hodgkin and her contributions to biochemistry. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2003 Nov;4(11):891-896.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais do Brasil 2010-2013 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2015. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94952.pdf.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico 2010 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2011. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf.

Impey CD, Hardegree-Ullman KK, Patikkal A, Srinathan A, Austin CL, Ganesan NK, Guvenen BC. A New Online Astronomy Resource for Education and Outreach. Astronomy Education Review. 2013 Dec;12(1):010301-1-010301-9.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar da Educação Básica 2016: notas estatísticas [Internet]. Brasília: INEP; 2017. [citado 02 fev. 2018]. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/nota_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Evolução do Ensino Superior - Graduação 1980-1998 [Internet]. Brasília: INEP; 2000. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/censo/1998/superior/evolucao_1980-1998.pdf.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinopses Estatísticas da Educação Superior - Graduação [Internet]. 2016. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior.

Ingram KW, Haynes LL, Davidson-Shivers GV, Irvin R. Building an Instructional Design Alumni Support Community: Tracking Alumni for Program Evaluation and Added Value [Internet]. 2004. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED485033.pdf.

Jansen BJ. The methodology of search log analysis. In: Jansen BJ, Spink A, Taksa I, editors. Handbook of Research on Web Log Analysis. Hershey: Information Science Reference; 2009. p. 99-121.

Jenkins EW. Guidelines for Policy-Making in Secondary Schools Science and Technology Education [Internet]. 2003. [citado 17 fev. 2018]. Disponível em: http://unesdoc.Unesco.org/images/0013/001320/132002e.pdf.

Jung I, Lee Y. YouTube acceptance by university educators and students: a cross-cultural perspective. Innovations in Education and Teaching International. 2015;52(3):243-253.

Kay RH. Exploring the use of video podcasts in education: A comprehensive review of the literature. Computers in Human Behavior. 2012 May;28(3):820-831.

Khoubnasabjafari M, Sadeghifar E, Khalili M, Vaez-Gharamaleki J, Jouyban A. Contribution of iranian chemists in research activities, on the occasion of the international year of chemistry. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas. 2011 Jul;40(2):240-260.

King C, Peter K, Devon E. Earthlearningidea: A Worldwide Web–Based Resource of Simple but Effective Teaching Activities. Journal of Geoscience Education. 2013 Feb;61(1):37-52.

King DA. The scientific impact of nations: what different countries get for their research spending. Nature. 2004 Jul;430(6997):311-316.

Kirchhoff MM. International year of chemistry: an educational opportunity [editorial]. Journal of Chemical Education. 2011 Jan;88(1):1-2.

Knight D. Popularizing Chemistry: hands-on and hand-off. In: Schummer J, Bensaude-Vincent B, Van Tiggelen B, editors. The Public Image of Chemistry. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.; 2007. p. 123-135.

Kohler RE. The History of Biochemistry: A Survey. Journal of the History of Biology. 1975 Sep;8(2):275-318.

Kousha K, Thelwall M, Abdoli M. The role of online videos in research communication: a content analysis of YouTube videos cited in academic publications. Journal of the American Society for Information Science and Technology. 2012 Sep;63(9):1710-1727.

Laroche LH, Wulfsberg G, Young B. Discovery Videos: A Safe, Tested, Time-Efficient Way to Incorporate Discovery-Laboratory Experiments into the Classroom. Journal of Chemical Education. 2003 Aug;80(8):962-966.

Laszlo P. On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. In: Schummer J, Bensaude-Vincent B, Van Tiggelen B, editors. The Public Image of Chemistry. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.; 2007. p. 329-367.

Le Couteur P, Burreson J. Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história. Borges MLX de A, tradutor. Rio de Janeiro: Jorge Zahar; 2006.

Ledford H. How to solve the world's biggest problems. Nature. 2015 Sep;525(7569):308-311.

Lee DY, Lehto MR. User acceptance of YouTube for procedural learning: An extension of the Technology Acceptance Model. Computers and Education. 2013 Fev;61:193-208.

Lemes AFG. Aspectos filosóficos e educacionais da química: investigando as concepções de doutorandos em química [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação; 2013.

Lichter, J. Using YouTube as a Platform for Teaching and Learning Solubility Rules. Journal of Chemical Education. 2012 Aug;89(9):1133-1137.

Lima H, Silva THP, Moro MM, Santos RLT, Meira Júnior W, Laender AHF. Assessing the profile of top Brazilian computer science researchers. Scientometrics. 2015 Jun;103(3):879-896.

Lindsten J, Ringertz N. The Nobel Prize in Physiology or Medicine. In: Levinovitz AW, Ringertz N, editors. The Nobel Prizr: The First 100 Years. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.; 2001. p. 111-134.

Long L. More ‘hands-on’ particle physics: Learning with ATLAS at CERN. Physics Education. 2011 May;46(3):270-280.

Luzón MJ. Public communication of science in blogs: recontextualizing scientific discourse for a diversified audience. Written Communication. 2013 Oct;30(4):428-457.

Maar JH. História da química: uma história da ciência da matéria. Pt. 1, Dos primórdios a Lavosier. 2. ed. Florianópolis: Conceito editorial; 2008. Capítulo 1, Introdução; p. 13-24.

Mahama A. 2012 international year for sustainable energy for all: African Frontrunnership in rural electrification. Energy Policy. 2012 Sep;48:76-82.

MaKinster JG, Beghetto RA, Plucker JA. Why can't I find Newton's Third Law? Case studies of students' use of the web as a science resource. Journal of Science Education and Technology. 2002 Jun;11(2):155-172.

Malik K (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). Relatório do desenvolvimento humano 2013. A ascensão do Sul: progresso humano num mundo diversificado. Washington: Communications Development Incorporated; 2013.

Marques F. Registros valiosos. Pesquisa Fapesp. 2015 Jul;(233):34-37.

Marson GA, Galembeck E, Andrade JB. Química Nova Interativa – QNInt – o portal do conhecimento da SBQ: conectando ciência e educação. Química Nova. 2013; 36:(3):484-488.

Massarani L, Buys B. A ciência em jornais de nove países da América Latina. In: Massarani L, Polino C, coordenadores. Los desafíos y la evaluación del periodismo científico en Iberoamérica - Jornadas Iberoaméricanas sobre la Ciencia en los medios masivos. Santa Cruz de La Sierra: AECI, RICYT, CYTED, SciDevNet, OE;2008. p. 21-37.

Massarani L, Moreira I de C. Divulgación de la ciencia: Perspectivas históricas y dilemas permanentes. Quark. 2004 Abr/Jun;(32):30-35.

Mathews MB, Stagnaro-Green A. Teaching of Biochemistry in Medical School. A Well-Trodden Pathway?. Biochemistry and Molecular Biology Education. 2008 Nov/Dec;36(6):402-406.

Maximiano FA, Corio P, Porto PA, Fernandez, C. Química ambiental e química verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em química da Universidade de São Paulo Educación Quimica. 2009 Oct;20(4):398-404.

Mayer RE. The promise of multimedia learning: using the same instructional desig methods across diferente media. Learning and Instruction. 2003 Apr;13(2):125-139.

Medeiros M de A. Análise de mensagens enviadas para um sistema de tutoria em química na web. Química Nova na Escola. 2009 Mai;31(2):76-81.

Meloni A, Alfonsi L. Geomagnetism and Aeronomy activities in Italy during IGY, 1957/58. Annals of Geophysics. 2009 Apr;52(2):127-135.

Mena-Chalco JP, César Junior RM. ScriptLattes: an open-source knowledge extraction system from the Lattes platform. Journal of the Brazilian Computer Society. 2009 Dec;15(4):31-39.

Mena-Chalco JP, Digiampietri LA, Lopes FM, Cesar Junior RM. Brazilian Bibliometric Coauthorship Networks. Journal of the Association for Information Science and Techonology. 2014 Jul;65(7):1424-1445.

Mishra P, Koehler MJ. Technological pedagogical content knowledge: a framework for integrating technology in teacher knowledge. Teachers College Record, 2006 Jun;108(6):1017-1054.

Mocellim AD. A comunidade: da Sociologia clássica à Sociologia contemporânea. Plural: Revista de Ciências Sociais. 2011;17(2):105-125.

Moiseev II. Green chemistry in the bulk chemicals industry. Kinetics and Catalysis. 2011 May;52(3): 337-347.

Moreau NJ. Public Images of Chesmistry. Chemistry International. 2005 Jul/Aug; 27(4):6-9.

Moreira ML, Velho L. Trajetória de egressos da pós-graduação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: Uma ferramenta para avaliação. Avaliação. 2012 Mar;17(1):257-288.

National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine. Facilitating interdisciplinary research. Washington:The National Academies Press; 2005. Chapter 2, The drivers of interdisciplinary research; p. 26-40.

Nature Immunology. Nature Milestones in Antibodies [Internet]. 2016 Dec;11:S1-S18. [citado 13 fev. 2018]. Disponível em: https://www.nature.com/milestones/mileantibodies/pdf/mileantibodies_all.pdf.

Navas AM, Contier D, Marandino M. Controvérsia científica, comunicação pública da ciência e museus no bojo do movimento CTS. Ciência & Ensino. 2007 Nov;1(número especial):12p.

Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles of Biochemistry. 6th ed. New York: W. H. Freeman; 2013. Chapter 1, The foundations of Biochemistry; p. 1-44.

Newman N, Levy DAL (Reuters Institute for the Study of Journalism). Reuters Institute Digital News Report 2014 [Internet]. 2014. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: http://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/sites/default/files/research/files/Reuters%2520Institute%2520Digital%2520News%2520Report%25202014.pdf.

NHGRI. National Human Genome Research Institute. Genetic Timeline [Internet]. 2015. [citado 13 fev. 2018]. Disponível em: https://www.genome.gov/10506099/genetic-timeline.

Nobel. Nobelprize.org: the official web site of the Nobel Prize [Internet]. 2018. [citado 29 jan. 2018]. Disponível em: https://www.nobelprize.org/.

Noorden R Van. Interdisciplinary research by the numbers. Nature. 2015 Sep;525(7569):306-307.

Noronha DP, Poblacíon DA, Assis L da S de, Hyodo T. Egressos dos programas de pós-graduação em ciência da informação: Por onde andam os doutores?. Perspectivas em Ciência da Informação. 2009 Mai/Ago;14(2):94-107.

O Estado de S. Paulo. A química dos casais inesquecíveis do cinema [Internet]. 31 jan. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://cultura.estadao.com.br/noticias/artes,a-quimica-dos-casais-inesqueciveis-do-cinema,316330.

O Estado de S. Paulo. Acordo não sai em Cancún' diz Paulo Artaxo [Internet]. 24 nov. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,acordo-nao-sai-em-cancun-diz-paulo-artaxo,644592.

O Estado de S. Paulo. Brasil quer mapear pontos de contaminação [Internet]. 25 jan. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,Brasil-quer-mapear-pontos-de-contaminacao-imp-,827033.

O Estado de S. Paulo. Chocolate escuro pode diminuir pressão sanguínea, diz estudo [Internet]. 15 ago. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,chocolate-escuro-pode-diminuir-pressao-sanguinea-diz-estudo,916839.

O Estado de S. Paulo. Cientistas afirmam que Marte tem elementos básicos da vida [Internet]. 25 mai. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,cientistas-afirmam-que-marte-tem-elementos-basicos-da-vida,877807.

O Estado de S. Paulo. Cientistas apontam causa do mau humor no inverno [Internet]. 02 set. 2008. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,cientistas-apontam-causa-do-mau-humor-no-inverno,234789.

O Estado de S. Paulo. Empresa espanhola lança chocolate que inibe apetite [Internet]. 31 mar. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,empresa-espanhola-lanca-chocolate-que-inibe-apetite,347589.

O Estado de S. Paulo. Incêndio atinge depósito da Rhodia em Santo André [Internet]. 27 fev. 2008. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,incendio-atinge-deposito-da-rhodia-em-santo-andre,131290.

O Estado de S. Paulo. Incêndio em fábrica apavora Diadema [Internet]. 28 mar. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://Brasil.estadao.com.br/noticias/geral,incendio-em-fabrica-apavora-diadema,346252.

O Estado de S. Paulo. Indústria química quer investir US$ 132 bi até 2020 [Internet]. 05 dez. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,industria-quimica-quer-investir-us-132-bi-ate-2020,477178.

O Estado de S. Paulo. Lei das Cobaias é 'inexeqüível', diz secretário do RJ [Internet]. 04 jan. 2008. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,lei-das-cobaias-e-inexequivel-diz-secretario-do-rj,104492.

O Estado de S. Paulo. Morte de milionária em Londres expõe drama da dependência química [Internet]. 11 jul. 2012. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,morte-de-milionaria-em-londres-expoe-drama-da-dependencia-quimica,898763.

O Estado de S. Paulo. O Brasil também não é santo'" [Internet]. 05 jun. 2010. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://alias.estadao.com.br/noticias/geral,o-Brasil-tambem-nao-e-santo,561974.

O Estado de S. Paulo. Pesquisadores criam anticorpos eficazes contra algumas drogas [Internet]. 17 mar. 2008. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,pesquisadores-criam-anticorpos-eficazes-contra-algumas-drogas,141594.

O Estado de S. Paulo. Petrobrás investirá mais que US$ 174 bi entre 2010 e 2014 [Internet]. 05 dez. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,petrobras-investira-mais-que-us-174-bi-entre-2010-e-2014,477172.

O Estado de S. Paulo. Professores dão dicas de química em Ciências da Natureza para o Enem [Internet]. 29 set. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,professores-dao-dicas-de-quimica-em-ciencias-da-natureza-para-o-enem,442471.

O Estado de S. Paulo. Queimadura em afegã revela horror da guerra química [Internet]. 08 mai. 2009. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://internacional.estadao.com.br/noticias/oriente-medio,queimadura-em-afega-revela-horror-da-guerra-quimica,367798.

O Estado de S. Paulo. Químicos brasileiros, padrão internacional [Internet]. 27 jun. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://educacao.estadao.com.br/noticias/ geral,quimicos-brasileiros-padrao-internacional,737705.

O Estado de S. Paulo. Relação entre químicos e câncer é subestimada15 mai. 2010 [Internet]. data. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.estadao.com.br/noticias/geral,relacao-entre-quimicos-e-cancer-e-subestimada-imp-,552078.

ONU. Organização das Nações Unidas. A/RES/53/199 [Internet]. 1998. [citado 08 fev. 2018]. Disponível em: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/53/%20199&Lang=E.

ONU. Organização das Nações Unidas. A/RES/63/209 [Internet]. 2008. [citado 08 fev. 2018]. Disponível em: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/63/209&Lang=E.

ONU. Organização das Nações Unidas. International Years [Internet]. 2018. [citado 08 fev. 2018]. Disponível em: http://www.un.org/en/sections/observances/international-years/.

ONU. Organização das Nações Unidas. International years and anniversaries [Internet]. 1980. [citado 08 fev. 2018]. Disponível em: https://www.un.org/sport2005/resources/un_resolutions/1980_67.pdf.

ONU. Organização das Nações Unidas. Resolutions adopted in the reports of the Third Comittee [Internet]. 1958. [citado 08 fev. 2018]. Disponível em: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/1285%20(XIII).

Ortigoza SAG, Poltroniéri LC, Machado LMCP. A atuação profissional dos egressos como importante dimensão no processo de avaliação de programas de pós-graduação. Revista Sociedade & Natureza. 2012 Mai/Ago;24(2):243-254.

Palenik GJ, Jensen WP, Suh I. The History of Molecular Structure Determination Viewed through the Nobel Prizes. Journal of Chemical Education. 2003;80(7):753-761.

Parizotto J de O, Imparato JCP, Fernandes T. Perfil profissional do egresso do Programa de Pós-Graduação em Odontopediatria da Faculdade de Odontologia da USP - São Paulo. Revista da ABENO. 2015 Jan/Mar;15(1): 48-54.

Pellechia MG. Trends in science coverage: a content analysis of three US newspapers. Public Understanding of Science. 1997 Jan;6(1):49-68.

Pereira CS, Rezende DB. Representações sociais da química: como um grupo de estudante da educação de jovens e adultos significa o termo “química”?. Química Nova na Escola. 2016 Nov;38(4):369-374.

Pérez DG, Montoro IF, Alís JC, Cachapuz A, Praia J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. Ciência & Educação. 2001;7(2):125-153.

Phys.org. Organic Chemistry for the YouTube Generation [Internet]. 2007. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: http://phys.org/news/2007-12-chemistry-youtube.html.

Pinto AC, Galembeck F, Andrade JB de. The Brazilian Chemical Society and the international year of chemistry [editorial]. Journal of Brazilian Chemical Society. 2012; 23(3):375-376.

Pontociência. Várias experiências, um só lugar [Internet]. 2018. [citado 17 fev. 2018]. Disponível em: http://www.pontociencia.org.br/.

Porto C de M. Um olhar sobre a definição de cultura e de cultura científica. In: Porto C de M, Brotas AMP, Bortoliero ST, organizadores. Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas [Internet]. Salvador: EDUFBA; 2011, p. 93-122. [citado 26 jan. 2018]. Disponível em: http://books.scielo.org/id/y7fvr/pdf/porto-9788523211813.pdf.

QEdu Academia. Matrículas e Infraestrutura [Internet]. 2018. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: http://www.qedu.org.br/Brasil/censo-escolar?year=2016&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item=.

Ribeiro VARM, Russo P, Cárdenas-Avendaño A. A survey of astronomical research: a baseline for astronomical development. The Astronomical Journal. 2013 Dec;146(6): 8p.

Robson I, Owens S. The international year of astronomy. Astronomy & Geophysics. 2010 Feb;51(1):18-22.

RSC. Royal Society of Chemistry. Education resources [Internet]. 2018. [citado 17 fev. 2018]. Disponível em: http://www.rsc.org/resources-tools/education-resources/.

Saffran M. How much biochemistry should a good doctor know?. Biochemical Education. 1997 Jul;25(3):129-133.

Sanderson K. Chemistry: It's not easy being green. Nature. 2011 Jan;469(7328):18-20.

Santos ERA dos, Sousa CM de, Ferraz MCC, Hayashi MCPI, Furnival ACM. A percepção pública da ciência e a comunidade científica: o caso UFSCar [Internet]. II Seminário LECOTEC de Comunicação e Ciência; 09-11 nov. 2009; Bauru, SP, Brasil. 2009. [citado 16 fev. 2018]. Disponível em: http://www2.faac.unesp.br/pesquisa/lecotec/eventos/lecomciencia2009/anais/181-193(Santos)Percepcao_publica.pdf.

Santos WLP dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Revista Brasileira de Educação. 2007 Set/Dez;12(36):474-550.

Saqueto KC. Química Verde no ensino superior de química: estudo de caso sobre as práticas vigentes em uma IES paulista [tese]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia; 2015.

SBQ. Sociedade Brasileira de Química. Por que ser associado à SBQ? [Internet]. 2018. [citado 03 fev. 2018]. Disponível em: http://www.sbq.org.br/pagina/por-que-associar-se-a-sbq.

Schummer J, Bensaude-Vincent B, Van Tiggelen, B. The Public Image of Chemistry. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.; 2007. Introduction; p. 1-6.

Schummer J, Spector TI. Popular Images versus Self-Images of Science: Visual Representations of Science in Clipart Cartoons and Internet Photographs. In: Hüppauf B, Weingart P, editors. Science Images and Popular Images of the Sciences. London - New York: Routledge; 2007. p. 69-95.

Schwartz R, Lederman N. What scientist say: Scientists' view of nature of science and relation to science context. International Journal of Science Education. 2008 May;30(6):727-771.

Scruggs CE, Ortolano L. Creating safer consumer products: the information challenges companies face. Environmental Science & Policy. 2011 Oct;14(6):605-614.

Scruggs CE. Reducing hazardous chemicals in consumer products: proactive company strategies. Journal of Cleaner Production. 2013 Apr;44:105-114.

Seidl P. EBQV promove trabalhos sobre Química Sustentável. Pesquisa Fapesp. 2016 Dez; (17):8-9.

Senise PEA. A implantação da pós-graduação na USP. In: Colli W, editor. Paschoal Senise: uma carreira dedicada à educação. Brasilia: Paralelo 15/CAPES; 2001. p. 19-40.

Shanahan M. Fighting a reporting battle. Nature. 2006 Sep;443(7110):392-393.

Shulman LS. Those who understand: knowledge growth in teaching. Educacional Researcher. 1986 Feb;15(2):4-14.

Silva IF, Batista NA. Biochemistry in Undergraduate Health Courses. Biochemistry and Molecular Biology Education. 2003 Nov;31(6):397-401.

Silva MST da. Mapeamento e análise da C&T na mídia impressa filiada à Associação Paulista de Jornais (APJ): tendências evidenciadas em 15 jornais diários regionais [dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem; 2011.

Singh NK, Mahajan P. Design and development of a chemistry subject portal at Panjab University Library, India. Program: Electronic Library and Information Systems. 2010;44(3): 252-270.

Sjöström J. Green chemistry in perspective - models for GC activities and GC policy and knowledge areas. Green Chemistry. 2006;8(2):130-137.

Smith DK. A Supramolecular Approach to Medicinal Chemistry: Medicine Beyond the Molecule. Journal of Chemical Education. 2005 Mar;82(3):393-400.

Smith DK. iTube, YouTube, WeTube: Social Media Videos in Chemistry Education and Outreach. Journal of Chemical Education. 2014 Oct;91(10):1594−1599.

Sotiriou S, Bogner FX, Neofotistos G. Quantitative analysis of the usage of the COSMOS Science Educational Portal. Journal of Science Education and Technology. 2011 Aug;20(4):333-346.

Sousa JP. Elementos de Teoria e Pesquisa da Comunicação e dos Media [Internet]. 2. ed. Porto: Biblioteca On-Line de Ciências da Comunicação; 2006. Capítulo 1, Comunicação, sociedade, cultura e Ciências da Comunicação; p. 21-101. [citado 26 jan 2018]. Disponível em: http://www.bocc.ubi.pt/pag/sousa-jorge-pedro-elementos-teoria-pequisa-comunicacao-media.pdf.

Stewart GD. Chemistry in Medicine. Journal of Chemical Education. 1925 Mar;2(3):191-195.

Stringer LC. Reviewing the international year of deserts and desertification 2006: what contribution towards combating global desertification and implementing the United Nations Convention to Combat Desertification?. Journal of Arid and Environments. 2008 Nov;72(11):2065-2074.

Suleski J, Ibaraki M. Scientists are talking, but mostly to each other: a quantitative analysis of research represented in mass media. Public Understanding of Science. 2010 Jan;19(1):115-125.

Teo TW, Tan KCD, Yan YK, Teo YC, Yeo LW. How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning. Chemistry Education Research and Practice. 2014 Oct;15(4):550-567.

Teruya LC, Marson GA, Rezende CM de, Viana MH. Imagem pública e divulgação da química: oportunidades e desafios. Química Nova. 2013;36(10):1561-1569.

Teruya LC, Marson GA. Uma nova metodologia para caracterizar portais de ensino e popularização da ciência [Internet]. XVII Encontro Nacional de Ensino de Química; 19-22 ago. 2014; Ouro Preto, MG, Brasil. 2014. [citado 17 fev. 2018]. Disponível em: http://www.eneq2014.ufop.br/files/publico/Anais%20XVII%20ENEQ%20completo.pdf.

Teter AJ. Distilling international year of chemistry: activities from around the world. Journal of Chemical Education; 2011 Feb;88(2):130-132.

The Economist. Why is the Nobel prize in chemistry given for things that are not chemistry? [Internet]. 07 out. 2015. [citado 13 fev. 2018]. Disponível em: http://www.economist.com/blogs/economist-explains/2015/10/economist-explains-9.

The international year of chemistry and South Africa [leader]. South African Journal of Science. 2011 Mar/Apr;107(3/4):1p.

Thompson JB. Ideologia e cultura moderna: teoria social crítica na era dos meios de comunicação de massa. Grupo de Estudos sobre Ideologia, Comunicação e Representações Sociais da Pós-Graduação do Instituto de Psicologia da PUCRS, tradutor. Petrópolis: Vozes; 1995. Capítulo IV, Transmissão cultural e comunicação de massa: o desenvolvimento das indústrias da mídia; p. 217-281.

Tierney J, Bodek M, Fredricks S, Dudkin E, Kistler K. Using Web-Based Video as an Assessment Tool for Student Performance in Organic Chemistry. Journal of Chemical Education. 2014 Jul;91(7):982-986.

Tomasello M. Origens culturais da aquisição do conhecimento humano. Berliner C, tradutor. São Paulo: Martins Fontes; 2003. Capítulo 1, Um enigma e uma hipótese; p. 1-15. (Coleção tópicos).

Tönnies F. Community and Society. Loomis CP, translator and editor. Mineola: Dover Publications; 2002. Part One, General statement of the main concepts; p. 33-102.

Track Social. Optimizing Facebook Engagement [Internet]. 2012. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: http://www.tiagocosta.me/wp-content/uploads/2012/08/tracksocial_whitepapers_optimizing-facebook-engagement.pdf.

Treagust D, Chittleborough G, Mamiala T. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. International Journal of Science Education. 2003;25(11):1353-1368.

Tylor EB. Primitive culture: researches into the development of mythology, philosophy, religion, language, art and custom. London: Kessinger Publishing; 2007. vol I. Chapter I, The science of culture; p. 1-25.

Unesco. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Cultural Diversity [Internet]. 2018a. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.Unesco.org/new/en/social-and-human-sciences/themes/international-migration/glossary/cultural-diversity.

Unesco. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. International Year of Chemistry [Internet]. 2018b. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://www.Unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/basic-sciences/chemistry/international-year-of-chemistry/.

Unesco. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Monthly Report on the Use of Unesco Public Information Products [Internet]. 2011. [citado 09 fev. 2018]. Disponível em: http://unesdoc.Unesco.org/images/0019/001911/191138e.pdf.

Usher W, Skinner J. Categorizing health websites: E-knowledge, e-business and e-professional. Health Education Journal. 2011 Sep;70(3):285-295.

USP. Universidade de São Paulo. Resolução CoPGr nº 4678, de 30 de junho de 1999 [Internet]. 1999. [citado 17 fev. 2018]. Disponível em: http://www.leginf.usp.br/?resolucao= resolucao-copgr-no-4678-de-30-de-junho-de-1999.

Valsiner J. Culture and its transfer: ways of creating general knowledge through the study of cultural particulars. Online Readings in Psychology and Culture [Internet]. 2003;2(1). [citado 26 jan. 2018]. Disponível em: https://doi.org/10.9707/2307-0919.1013.

Vargas JI. O ano internacional da física. Revista USP. 2005 Jun/Ago;(66):8-13.

Velloso J, organizador. A Pós-Graduação no Brasil: formação e trabalho de mestres e doutores no país (Administração, Agronomia, Bioquímica, Clínica Médica, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, Física, Química e Sociologia). Brasília: CAPES/Unesco; 2002. vol 1.

Velloso J. Mestres e doutores no país: destinos profissionais e políticas de pós-graduação. Cadernos de Pesquisa. 2004 Set/Dez;34(123):583-611.

Vincent BB.The politics of buzzwords at the interface of technoscience, market and society: The case of ‘public engagement in science’. Public Understanding of Science. 2014 Apr; 23(3):238-253.

Voet D, Voet JG. Biochemistry. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2011. Chapter 1, Life; p. 3-39.

Vogt C, Knobel M, Evangelista R de A, Figueiredo SP de, Castelfranchi Y, Righetti S, Martineli G. Percepção pública da ciência e da tecnologia no Estado de São Paulo. In: Brentani RR, Cruz CH de B, Suzigan W, Furtado JE de MP, Garcia R de C, organizadores. Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo 2010. São Paulo: Fapesp; 2011. vol 2.

Vogt C. A espiral da cultura científica. ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico [Internet]. 2003 Jul;(45). [citado 26 jan. 2018]. Disponível em: http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/cultura/cultura01.shtml.

Vogt C. The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America. Public Understanding of Science. 2012 Jan;21(1):4-16.

Wagner R. A invenção da cultura. Souza MC de, Morales A, tradutores. São Paulo: Cosac Naify; 2012.

Watson WJW. How do the fine chemical, pharmaceutical, and related industries approach green chemistry and sustainability?. Green Chemistry. 2012 Jan;14(2) 251-259.

Weatherall DJ. Science in the undergraduate curriculum during the 20th century. Medical Education. 2006 Mar;40(3):195-201.

Weigold MF, Treise D. Attracting teen surfers to science Web sites. Public Understanding of Science. 2004 Jul;13(3):229-248.

Welbourne DJ, Grant WJ. Science communication on YouTube: Factors that affect channel and video popularity. Public Understanding of Science. 2016 Aug;25(6):706-718.

Westholm G, Tchatchoua B, Tindemans P. Measuring progress towards knowledge societies. A world of science. 2004 Jan/Mar;2(1):2-6.

Wilson MP, Schwarzman MR. Toward a New U.S. Chemicals Policy: Rebuilding the Foundation to Advance New Science, Green Chemistry, and Environmental Health. Environmental Health Perspectives. 2009 Aug;117(8):1202-1209.

Winterton N. Twelve more green chemistry principles. Green Chemistry. 2001 Dec;3(6):G73-G75.

Wolinski AE, Aires J, Gioppo C, Guimarães O. Por que foi mesmo que a gente foi lá? Uma investigação sobre os objetivos dos professores ao visitar o Parque da Ciência Newton Freire-Maia. Química Nova na Escola. 2011 Ago;33(3):142-152.

Wood EJ. Biochemistry and molecular biology teaching over the past 50 years. Nature Reviews Molecular Cell Biology. 2001 Mar;2(3):217-221.

YouTube. 40 Experimentos de Química en el Instituto [Internet]. 29 abr. 2012. [citado 21 jun. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=uwWxoXEptXY.

YouTube. ACS ChemChamps 2016 - Winner Mallory Hinks [Internet]. 2016. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/playlist?list=PLLG7h7fPoH8KbiVjnhb7sVbQ2xVXt3oUs.

YouTube. American Chemical Society [Internet]. 2018a. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/user/AmerChemSoc/featured.

YouTube. Azul do além (experiência de Química do relógio de iodo) [Internet]. 16 abr. 2013. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ET2YBiAgSNQ.

YouTube. Camaleão Químico - Experiencia de Química | Química Extrema [Internet]. 01 fev. 2015. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1UPAREHCIzk.

YouTube. Como fazer um CUPCAKE QUÍMICO - Experimento de Química Fácil [Internet]. 13 jan. 2015. [citado 21 jun. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=z5Datdh7hB4.

YouTube. Como fazer um ovo dobrável (experiência de Química e de Biologia) [Internet]. 03 dez. 2013. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=k80h_9ow1cc.

YouTube. Pedro Vinícius ensina química - Parte IV [Internet]. 01 mai. 2013. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=VKBaO_4nx20.

YouTube. Reacciones químicas [Internet]. 21 dez. 2007. [citado 21 jun. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=VGWIjUiDsRI.

YouTube. Royal Society of Chemistry [Internet]. 2018b. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/user/wwwRSCorg/featured.

YouTube. Vestibulando Digital Química I Aula 14 Cinética Química [Internet]. 24 nov. 2012. [citado 21 jun. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Ph9u3pyj3aw.

YouTube. YouTube for press [Internet]. 2018. [citado 12 fev. 2018]. Disponível em: https://www.youtube.com/yt/about/press/.

Zaidan S, Caldeira AMS, Oliveira BJ, Silva PGC da. Pós-graduação, saberes e formação docente: Uma análise das repercussões dos cursos de mestrado e doutorado na prática pedagógica de egressos do programa de pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG (1977-2006). Educação em Revista. 2011 Abr;27(1):129-160.

14 Anexo

Súmula curricular

1. Dadas pessoais

Nome: Leila Cardoso Teruya.

Local e data de nascimento: Guarulhos, 01/08/1984.

2. Educação

Ensino Superior:

- Licenciatura em Química, USP, São Paulo, 2008 - 2012.
- Bacharelado em Fonoaudiologia, UNIFESP, São Paulo, 2004 - 2007.

Ensino Médio:

- Escola Estadual Professor Fábio Fanucchi, Guarulhos, 1999 - 2001.

Ensino Fundamental:

- Escola Estadual Professor Fábio Fanucchi, Guarulhos, 1995 - 1998.
- Escola Estadual João Álvares de Siqueira Bueno, Guarulhos, 1991 - 1994.

3. Formação complementar

- Educação inclusiva em Química: materiais didáticos alternativos para alunos com deficiência visual, Minicurso da 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Goiânia, 2016.
- Teaching chemistry: vision, practice and achievements, Workshop da 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Goiânia, 2016.
- Role playing game e o ensino de química: vivenciando uma aventura, Minicurso do XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, Ouro Preto, 2014.
- Alfabetização Científica, afinal o que isso significa?, Minicurso do VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, Santo André, 2013.
- Biomateriais poliméricos, Minicurso da 35ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Águas de Lindóia, 2012.
- IV Escola de Química Verde, Curso do IQUSP, São Paulo, 2012.
- Green Chemistry: Principles and Practice, Minicurso da 4th International IUPAC Conference on Green Chemistry, Foz do Iguaçu, 2012.
- Green Chemistry Metrics for Evaluation of Greeness, Minicurso da 4th International IUPAC Conference on Green Chemistry, Foz do Iguaçu, 2012.
- Gerenciamento de Resíduos Químicos de Laboratório, Curso do IQUSP, São Paulo, 2009.

4. Ocupação

- Colaboradora do Centro de Memória do IQUSP, Universidade de São Paulo, 2015 - atual.
- Bolsista de Doutorado, CNPq, 2013 - 2017.
- Monitora da disciplina Química Geral II (QFL-4020), IQUSP, 2013.
- Monitora da disciplina Química Geral I (QFL-4010), IQUSP, 2013.
- Assistente editorial do portal Química Nova Interativa, Sociedade Brasileira de Química, 2011 - atual.
- Assistente do Departamento Pedagógico de Química, Etapa Educacional, 2009 - 2012.
- Estagiária no Setor Técnico de Tratamento de Resíduo do IQUSP, Universidade de São Paulo, 2008 - 2010.

5. Publicações

5.1. Artigos

Teruya, L. C.; Arroio, A.; Marson, G. A. Trends in visualization in chemistry teaching. Revista de Educacion de las Ciencias, v. 15, p. 22-25, 2014.

Teruya, L. C.; Rezende, C. M.; Viana, M. H.; Marson, G. A. Imagem Pública e Divulgação da Química: Oportunidades e Desafios. Química Nova, v. 36, p. 1561-1569, 2013.

Teruya, L. C.; Ferreira, C. R.; Arroio, A.; Marson, G. A. Visualização no ensino de química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. Química Nova, v. 36, p. 561-569, 2013.

Teruya, L. C.; Ortiz, K. Z.; Minett, T. S. C. Performance of normal adults on Rey Auditory Learning Test: a pilot study. Arquivos de Neuro-Psiquiatria, v. 67, p. 224-228, 2009.

5.2. Resumos em Congressos

Teruya, L. C.; Marson, G. A. Contributions of the Chemistry to the Nobel Prizes in Physiology/Medicine. In: 46th World Chemistry Congress, 2017, São Paulo.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. Chemistry in YouTube: the impact of experiments on views and diffusion degrees of videos in Portuguese and Spanish. In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2016, Goiânia.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. Textos de divulgação científica: uma análise sob a perspectiva da educação CTS. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. Uma nova metodologia para caracterizar portais de ensino e popularização da ciência. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014, Ouro Preto.

Pinto, D. J. F.; Colagrande, E. A.; Teruya, L. C.; Sana, T. C. V.; Arroio, A. Concepções acerca do uso de recursos audiovisuais por professores da educação básica de um colégio particular da cidade de São Paulo. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014, Ouro Preto.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. The impact of broad actions to disseminate science: a case study from the International Year of Chemistry. In: 13th International Public Communication of Science and Technology Conference, 2014, Salvador.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. A imagem pública da química em jornais de grande circulação no Brasil. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. Trends in Educational Research on Green Chemistry. In: 4th International IUPAC Conference on Green Chemistry, 2012, Foz do Iguaçu.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. A Química Verde inserida nos experimentos didáticos de química. In: 35ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2012, Águas de Lindóia.

Di Vitta, P. B.; Oliveira, D. B. de; Yoshimoto, K. M.; Teruya, L. C.; Di Vitta, C.; Baader, W. J. Gerenciamento de Resíduos Químicos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo: Aspectos Práticos. In: Congresso dos Profissionais das Universidades Estaduais de São Paulo, 2011, São Paulo.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. Mulheres na ciência: uma proposta de abordagem para a graduação. In: VI Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2011, São Carlos.

Teruya, L. C.; Marson, G. A. A pesquisa em visualização no ensino de Química na última década. In: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2011, Florianópolis.

Teruya, L. C.; Ortiz, K. Z.; Minett, T. S. C. Aplicação do Rey Auditory Learning Verbal Test em adultos normais. In: XV Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de São Paulo, 2007, São Paulo.

Teruya, L. C.; Avila, C. R. B.; Furie, R. A. Protocolo de observação do professor: o contato do serviço público de saúde com a escola. In: 11º Congresso Mundial de Saúde Pública e 8º Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva, 2006, Rio de Janeiro.

5.3. Livro

Marson, G. A.; Bastos, E. L.; Stevani, C. V. ; Bazito, R. C.; Freire, R. S.; Teruya, L. C.; Moulatlet, A. C. B. Onde Está a Química?. 1. ed. São Paulo: Evoluir Cultural, 2011. v. 1. 28p.