

# **Da Semiótica às Ilhas de Racionalidade: Uma possibilidade interdisciplinar entre a Matemática, a Química e a Física**

## **From Semiotics to Islands of Rationality: An interdisciplinary possibility between Mathematics, Chemistry and Physics**

**Marleide Coan Cardoso, Naiane Machado Mariano Sartor, Paulo Sergio Gai Montedo, Almir Ribeiro de Carvalho Junior, Carlos Daniel Ofugi Rodrigues, Sérgio Silveira, Jussara Jeanne Correa de Araújo Izé, Gabrieli Aparecida Lorenson**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC –  
Câmpus Criciúma  
marleide.cardoso@ifsc.edu.br

### **Resumo**

Este artigo traz reflexões e resultados de uma pesquisa que se propôs à abordagem interdisciplinar da temática “Energia” e a investigação de registros de representação semiótica produzidos pelos discentes. Para tanto, os docentes de Física, Química e Matemática aplicaram a metodologia das Ilhas de Racionalidade em uma turma do Curso Técnico Integrado do IFSC – Câmpus Criciúma. O clichê proposto à turma foi: “Qual a importância do petróleo na matriz energética brasileira?” Ao final do processo, os discentes produziram um mapa conceitual, com o intuito de registrar os conceitos e as relações estabelecidas durante as tomadas de decisão. A partir das observações em sala de aula e do produto final, percebeu-se que conceitos das disciplinas envolvidas, tradicionalmente desconectados na prática escolar, ganharam vínculos estreitos entre elas e ainda com outras dimensões. Ademais, ficou evidente o protagonismo discente e a interação não arbitrária entre conhecimentos novos e preexistentes, características da aprendizagem significativa.

**Palavras chave:** Representações Semióticas, Ilhas de Racionalidade, Interdisciplinaridade, Mapas Conceituais, Matriz Energética.

### **Abstract**

This article brings reflections and results of research that proposed an interdisciplinary approach about "energy" and the investigations of the registry of semiotics representation produced by students. For that, teachers of Physics, Chemistry, and Mathematics applied the Island of Rationality methodology in a class of the Integrated Technical Course of IFSC - Campus Criciúma. The cliché proposed to the class was: "What's the importance of petroleum in the Brazilian energy matrix?" At the end of the process, the students created a conceptual map, with the aim to register the concepts and the relationship established during the decision-making. Starting at the classroom observations and the final product, it was possible noticed

that the concepts of the involved disciplines, traditionally unconnected on scholar practice, gained close links between them and with even others dimensions. Furthermore, it was evident the students protagonism and the interaction non-arbitrary between the new knowledge and the pre-existing concepts, fundamental characteristics of the significative learning.

**Key words:** Semiotics Representation, Island of Rationality, Interdisciplinarity, Conceptual Map, Energy Matrix.

## Introdução

Este trabalho apresenta resultados obtidos durante o desenvolvimento de um projeto de pesquisa realizado no Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Criciúma, intitulado “Registros de Representação Semiótica: Uma possibilidade interdisciplinar entre a Matemática, a Química e a Física”. Investigou-se pontos de intersecção entre as unidades curriculares envolvidas para, por meio deles, desenvolver uma proposta de ensino via temáticas. Além disso, analisar os registros de representação semiótica encontrados em mapas conceituais enquanto manifestações no processo de assimilação e acomodação de conceitos, assim como da reciprocidade na conversão entre as representações que integram as diversas categorias de conhecimentos envolvidos. Neste cenário, buscou-se por metodologias que concebesssem o ensino de ciências como resultado de um processo contextualizado, interdisciplinar e que possibilitassem o protagonismo do estudante, objetivando a construção do conhecimento de forma significativa. Desta forma, como estratégia à demanda, inicialmente foi decidido que o tema estudado seria “Energia”, com ênfase na problemática relacionada com a importância do petróleo na matriz energética brasileira. Neste contexto, optou-se pela metodologia de criação de Ilhas de Racionalidade, de Gerard Fourez (1994), como elemento mediador entre os diferentes saberes.

Em relação ao conceito de interdisciplinaridade, Fazenda (2008) aponta como uma das definições classicamente aceitas, a interação existente entre duas ou mais disciplinas, podendo ocorrer tanto em nível de ideias quanto de integração mútua. Quando se observa as similaridades entre conceitos, terminologias e procedimentos entre as diversas disciplinas, pode-se iniciar um movimento no sentido de integração dos mesmos. Essas relações contribuem para o desenvolvimento de uma visão mais significativa e menos fragmentada do conhecimento.

Luck (1994, p.60) afirma que,

*O objetivo da interdisciplinaridade é, portanto, o de promover a superação da visão restrita de mundo e a compreensão da complexidade da realidade, ao mesmo tempo resgatando a centralidade do homem na realidade e na produção do conhecimento, de modo a permitir ao mesmo tempo uma melhor compreensão da realidade e do homem como o ser determinante e determinado.*

A reflexão a respeito de atitudes que se constituem como interdisciplinares são mais importantes que o próprio conceito de interdisciplinaridade. A ciência moderna é marcada pela especialização do conhecimento, delimitação de fronteiras entre as áreas de conhecimento, e a criação de obstáculos para aqueles que tentassem sua transposição. Assim, a abordagem dos conceitos de forma interdisciplinar pressupõe superar barreiras e transitar pelo território, as vezes movediço, da vizinhança do saber de sua disciplina. Tal atitude exige sair da zona de conforto, pois esse movimento não corresponde à rotina da prática docente.

A interdisciplinaridade é o processo que envolve a integração e engajamento de educadores, num trabalho conjunto, de integração das disciplinas no currículo escolar entre si e com a realidade, de modo a superar a fragmentação do ensino, objetivando a formação, integral dos alunos, a fim de que possam exercer criticamente a cidadania, mediante uma visão global de mundo e serem capazes de enfrentar os problemas complexos, amplos e globais da realidade atual. (LUCK, 1994, p.64)

Fourez (1994) salienta a importância do estudo interdisciplinar através do estudo por projetos, mais especificamente utilizando a construção de Ilhas de Racionalidade (IR). A forma com que a IR se processa é muito similar à forma com que o ser humano resolve um problema. Diante de uma tomada de decisão, conscientemente ou não, avalia-se o problema de acordo com seus modelos e representações, busca-se a adaptação do modelo àquela situação, levando em conta os parâmetros relevantes, e então articula-se as informações para chegar a uma solução. Dentro dessa perspectiva, a interdisciplinaridade aparece “naturalmente”, no momento em que são feitas perguntas a vários ramos do saber.

Para Fourez (1994) *apud* Nehring *et al.* (2000, p.93), novas estratégias na construção do conhecimento “são importantes para os alunos na medida em que eles possam perceber que o conhecimento científico aprendido na escola serve como forma de interpretação do mundo que os cerca”.

A construção de uma IR passa por dois grandes momentos distintos: um de abertura do leque e outro de afunilamento. Na primeira etapa, diante de uma pergunta ou problemática inicial, abre-se uma gama de questionamentos que devem ser respondidos para que se possa então, na segunda etapa, consultar os dados levantados e chegar a uma conclusão. Como produto final tem-se um “relatório” que deve conter o problema bem contextualizado, os parâmetros utilizados na definição da solução, a análise desses parâmetros que refletem as tomadas de decisões, e a solução encontrada.

Esse processo pode ser mais detalhado a partir de uma estruturação em sete etapas, a saber: (1) A construção de um clichê para a problematização da temática; (2) A elaboração de um panorama espontâneo buscando ampliar a situação clichê através de uma formulação conjunta em torno de questões relevantes, definindo as caixas-pretas a serem abertas; (3) A consulta aos especialistas; (4) Abertura das caixas-pretas e determinação dos princípios disciplinares que são base à compreensão do tema; (5) Esquematização dos saberes; (6) Abertura de novas caixas-pretas; (7) Síntese da IR produzida.

É importante ressaltar que “o clichê” é um dos marcos cruciais no processo, pois ele orienta cada etapa do estudo. Na pesquisa, foi proposta a seguinte questão: “Qual a importância do petróleo na matriz energética brasileira?” A escolha foi pensada em função dos vínculos existentes entre essa questão e os conteúdos que tradicionalmente são abordados no segundo ano do Ensino Médio, como Leis da Termodinâmica e Reações Químicas. De certa forma, essas conexões seriam capazes de garantir minimamente uma harmonização da implementação da pesquisa com o contexto escolar tradicional.

Optou-se por utilizar os Mapas Conceituais como síntese da IR produzida, tendo em vista sua capacidade de registro dos elementos estruturantes do processo de significação conceitual no desenvolvimento do clichê proposto a turma. Neste sentido, os mapas conceituais são compreendidos como ferramentas de representação e organização cognitiva das relações de conhecimentos inerentes ao processo de aprendizagem, específicos para cada indivíduo, isto é,

Os mapas conceituais se apresentam como uma possibilidade para representar relações semânticas construídas entre conceitos. São utilizados por diferentes áreas do conhecimento, constituindo-se, portanto, como objeto de estudo que

se situa na confluência de saberes diversos, dentre os quais os oriundos da semiótica, da epistemologia, da educação, da psicologia cognitiva e da percepção, das artes visuais, das ciências da informação entre outros campos, formando um espaço verdadeiramente interdisciplinar, ainda a ser explorado em sua plenitude (SCHLEMMER & NETO, 2008, p.46).

Segundo Schlemmer & Neto (2008), na educação, os mapas conceituais têm sido utilizados enquanto instrumentos que visam estimular o desenvolvimento do pensamento crítico, a capacidade de análise e síntese, assim como a aprendizagem colaborativa e significativa no processo de criação de teias que relacionam o conhecimento sob perspectivas comuns de um coletivo. Para isso, na contramão de uma postura reducionista da técnica, centramos a construção dos mapas na aprendizagem em si e não como mero elemento de controle e avaliação formal das atividades.

White e Gunstone, citados por Schlemmer & Neto (2008, p.48)

(...) destacam o fato de que, em se tratando de mapas conceituais, o processo de elaboração e re-elaboração é muito mais importante do que um produto final. Devem ser utilizados num movimento contínuo, para auxiliar o professor a perceber o grau de compreensão dos alunos sobre um determinado assunto, revelado (ao menos em parte) pelas decisões tomadas com relação aos conceitos escolhidos e às proposições e conexões estabelecidas, assim como pelas mudanças realizadas nesse quadro em um período observável.

De acordo com Novak (1998), citado por Dutra, Fagundes e Cañas (2004), os mapas conceituais se estruturam por blocos de construção do conhecimento em um domínio qualquer, as proposições, sendo os conceitos as regularidades percebidas destes eventos relacionados às áreas dos saberes. Desta forma, “na dinâmica da construção de um mapa conceitual podemos acompanhar a representação do sistema de significações ativados num sujeito de tal forma que nele também reconhecemos subsistemas que se relacionam apoiando-se mutuamente na construção dessas significações.” (DUTRA, FAGUNDES e CAÑAS, 2004, p.4).

Em consonância com a proposta da pesquisa em aliar os registros de representação semiótica como possibilidade interdisciplinar entre a Matemática a Química e a Física, fez-se necessário um estudo dos seus fundamentos em Duval (2009, 2011). De acordo com Duval (2011, p. 38), os registros de representações semióticas são as frases em linguagem natural ou as equações em linguagem algébrica (e não as palavras ou os algarismos isoladamente); são as figuras, os esquemas, os gráficos (e não os pontos, raramente visíveis, ou os traços). Neste sentido, o próprio Duval (2011, p.37), considera que o emprego dos registros de representação semiótica “constituem os graus de liberdade de que um sujeito pode dispor para objetivar a si próprio uma ideia ainda confusa, um sentimento latente, para explorar informações ou simplesmente para poder comunicá-las a um interlocutor”. Aderindo aos conceitos de registros de representações semiótica no processo de ensino e aprendizagem, Duval (2009) evidencia a importância destes registros no estabelecimento de relações entre as unidades significativas dos distintos sistemas de representações dos objetos de ensino. Tais representações são indispensáveis no processo de significação e construção conceitual, pois permite estabelecer relações entre as diversas representações e consequentemente potencializar a aprendizagem de um objeto de estudo em seus múltiplos aspectos.

## **METODOLOGIA**

Esta pesquisa em seu desenvolvimento caracteriza-se como básica em sua operacionalização e pode ser estruturada nas seguintes etapas: (i) Leitura de diferentes autores de referência na área

dos registros de representação semiótica, ilhas de racionalidade, interdisciplinaridade e mapas conceituais; (ii) A partir de um estudo sobre os programas pedagógicos curriculares do ensino médio integrado dos cursos de Mecatrônica e Edificações, foi feita uma análise sobre quais os temas eram pontos de intersecção entre a Matemática, a Química e a Física; (iii) Definição de um tema e um clichê que viesse a delimitar o âmbito de discussões interdisciplinares possíveis entre as disciplinas de Física, Química e Matemática; (iv) Definição do grupo de estudantes em que seria aplicado o projeto; (v) A aplicação da Ilha de Racionalidade, que teve como tema base a energia, com foco de estudo no petróleo e sua relação com a matriz energética brasileira (vi) As avaliações semanais sobre o desenvolvimento das situações de ensino planejadas, o envolvimento dos estudantes; (vii) Formas de conduzir as discussões sem interferir de forma significativa nas decisões do grupo em relação à abertura das caixas-pretas; (viii) A avaliação da interdisciplinaridade dos conceitos relacionados ao clichê e materializados nos mapas conceituais elaborados e socializados em cartaz; (ix) reelaboração dos mapas conceituais pelos estudantes no *software* Cmap Tools® e disponibilização do mesmo no ambiente Moodle®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do projeto de pesquisa propiciou aos envolvidos vários momentos de estudo, discussões e formação em temas que eram pouco conhecidos. O caráter interdisciplinar implementado no projeto, as leituras que fundamentaram a pesquisa, a tomada de decisões coletivas em relação aos objetivos propostos, as atividades previstas e a escolha do tema, possibilitou a reflexão sobre a própria prática docente. Neste sentido, a metodologia desenvolvida no projeto trouxe inúmeras contribuições em prol da contextualização do ensino de ciências e de questões relevantes a inserção dos estudantes na sociedade, na medida em que estes se tornaram autônomos e protagonistas na tomada de decisões para a realização das atividades. Ao iniciar a aplicação do projeto e a proposição do clichê pelos pesquisadores, a busca por respostas desencadeou um processo cíclico de discussões que fundamentaram o surgimento de novas questões (caixas-pretas), e conseqüentemente demandaram consultas a outros especialistas, até o momento em que a complexidade dos conceitos se tornou suficiente para responder à pergunta inicial. Destaca-se a variedade de conteúdos que foram apreendidos pelos estudantes na construção da IR, abrangendo desde conceitos específicos, formais e disciplinares, como nomenclatura de cadeias carbônicas, leis da Termodinâmica e destilação fracionada, até temáticas mais amplas e multidisciplinares, vinculadas à tecnologia, à organização socioeconômica e aspectos ambientais, como as matrizes elétrica e energética do Brasil, o funcionamento das usinas termelétricas, a representatividade do petróleo em atividades econômicas e políticas, e os impactos ambientais provocados por rejeitos oriundos do processamento do petróleo. Finalizado a etapa de consulta e de respostas ao clichê inicia a etapa de organização dos conceitos apreendidos com o desenvolvimento do tema, a etapa da elaboração do produto final da IR. A escolha dos pesquisadores foi pela organização em mapas conceituais. Estes foram formulados e socializados pelos estudantes, inicialmente no formato de cartaz (figura 1). Diante da exposição, os docentes buscaram identificar a coerência entre o discurso e o registro, a presença de todos os elementos apreendidos na abertura das caixas pretas, os vínculos entre os diversos conceitos, e ainda, a coerência estrutural dos mapas. Na apresentação dos estudantes ficou evidente o domínio e a articulação dos conceitos centrais.

No encontro seguinte, os professores dialogaram com os estudantes sobre suas representações. Em seguida, puderam reelaborar e digitalizar os mapas no programa Cmap Tools® (figura 2).



Figura 1: Mapas conceituais elaborados pelos estudantes no projeto na forma de cartaz.

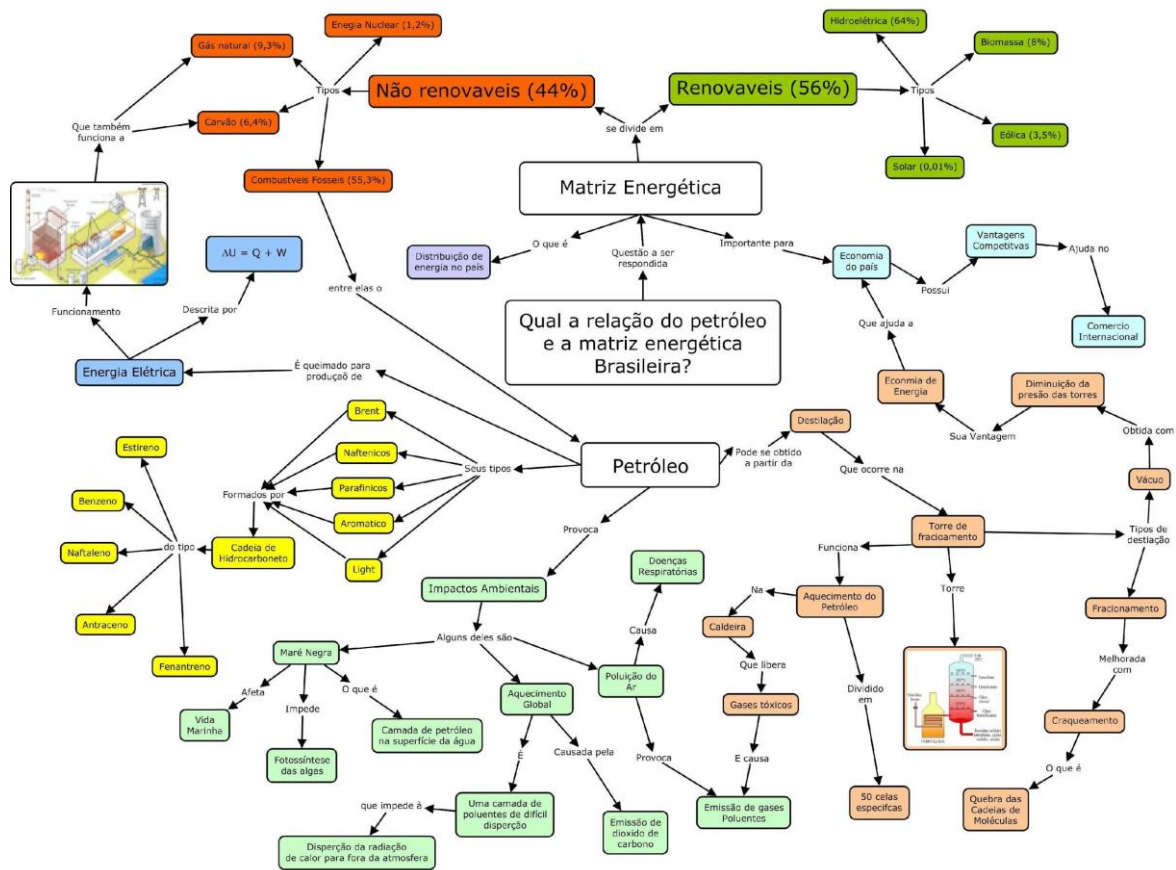


Figura 2: Mapas conceituais elaborados pelos estudantes no projeto na forma digital.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir as atividades previstas no desenvolvimento do projeto, considera-se que os objetivos propostos inicialmente pela pesquisa foram atingidos. As atividades realizadas pela equipe propiciaram vivências e experiências inovadoras na prática docente, além da construção de um espaço de autonomia, discussão e o exercício pleno da docência com pesquisa em seus

inúmeros desafios. Estes exigiram um olhar não apenas para os conceitos de sua área de formação, mas ampliando seu espectro no sentido de entender como se dá a interdisciplinaridade na docência, contribuindo significativamente com o processo de aprendizagem. Na atividade de avaliação realizada com os estudantes, em seus relatos, enfatizaram que a metodologia desenvolvida no projeto foi positiva e exigiu uma postura mais proativa no processo de aprendizagem.

Neste projeto ficou evidente que unidades curriculares como Física e Química, que formam com a Biologia as Ciências da Natureza, encontram na Matemática o suporte ao desenvolvimento de seus saberes. Neste sentido, apontamos a continuidade das discussões interdisciplinares mediadas pela diversidade de representações semióticas na elaboração de novas propostas de Ilhas de Racionalidade a serem construídas pelo grupo de pesquisa.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao apoio financeiro fornecido pelo IFSC-Câmpus Criciúma, através do Edital Universal de Pesquisa nº 02/2017/PROPII.

## **REFERÊNCIAS**

DUTRA, Ítalo Modesto; FAGUNDES, Léa da Cruz; CAÑAS, Alberto J. **Uma proposta de uso dos mapas conceituais para um paradigma construtivista da formação de professores a distância**. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

DUVAL, Raymond. **Semiósis e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagens intelectuais**. Trad. de Lênio Fernandes Levy e Marisa Roâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

\_\_\_\_\_. **Ver e ensinar a Matemática de outra forma: entrar no modo matemático de pensar: os registros de representações semióticas**. Organização Tânia M. M. Campos. Tradução Marlene Alves Dias. São Paulo: PROEM, 2011.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: Visões culturais e epistemológicas. In: FAZENDA, Ivani (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008

FOUREZ, G. (1994). **Alfabetisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**. Belgique: De Boeck Université.

LUCK, Heloisa. **Pedagogia Interdisciplinar: fundamentos teóricos-metodológicos**. Petrópolis, RJ:Vozes, 1994.

NEHRING, C. M. et al. **As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (B H), v. 2 n. 1, 2000.

SCHLEMMER, Eliane; NETO, Antonio Simão. **A construção de redes de significações: dos mapas conceituais aos “concept webbing”**. In: IX Congresso Iberoamericano de Informática Educativa-RIBIE, Caracas–Venezuela, Universidade de Caracas. 2008. p. 46-56.