

## NAS CURVAS DO FORNO SOLAR PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

Josenildo Diniz Silva <sup>1</sup>  
Francisca Maria Oliveira do Nascimento Vieira<sup>2</sup>  
Juliana Maria Schivani Alves <sup>3</sup>

### RESUMO

Este estudo é parte integrante do Programa de Residência Pedagógica (PRP), da CAPES, no qual buscaremos explicar como um forno solar poderá auxiliar no ensino da matemática. Além disso, iremos observar a interdisciplinaridade com a Física no qual será visto através dos estudos de função quadrática. Para mais, é importante ressaltar que vem aumentando nos últimos anos as diversas fontes de energias renováveis nas quais tem afetado positivamente o meio ambiente e a população, economicamente. Com o forno solar não é diferente, uma vez que, o gás de cozinha, seu substituto, apresenta grandes riscos de explosão, incêndio, asfixia, além de permanecer com o preço elevado. Logo, tentaremos fazer com que os estudantes possam tecer relações da matemática com o seu cotidiano. Além do mais, é importante que algumas aplicações sejam feitas no ensino da matemática, tornando-a mais atrativa e com significado, como aponta alguns documentos. Então, iniciou-se uma pesquisa bibliográfica sobre construção e uso do forno solar a partir de uma antena parabólica, bem como um estudo aprofundado das curvas do forno solar e suas relações físicas e matemáticas. Ainda buscaremos estudo em documentos acadêmicos e governamentais que respaldam e orientam como trabalhar com a Interdisciplinaridade na sala de aula de Matemática. As atividades elaboradas a partir da confecção e uso do forno solar serão aplicadas em duas turmas da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública de São Paulo do Potengi/RN. Os discentes poderão observar que ao inserir algo no foco da parábola do forno solar ele começará a esquentar e a partir disso, estabelecerá relações de aplicação entre conceitos físicos e matemáticos, especificamente de parábolas. Trata-se de uma atividade prática, com significado, que desperta o interesse e a curiosidade para o aprendizado discente.

**Palavras-chave:** Forno Solar, Interdisciplinaridade, Função Quadrática.

### INTRODUÇÃO

Este estudo foi pensado a partir do Programa de Residência Pedagógica (PRP) fomentado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Partindo do questionamento acerca da aplicação das funções quadráticas, se propôs a construção e uso de um forno solar a partir de uma antena parabólica.

Durante os últimos anos vem surgindo inúmeras fontes de energias renováveis, dentre as quais, a solar, tem sido fortemente visualizada. De acordo com o Ministério de Minas e Energia, nos últimos três anos, o crescimento da energia solar centralizada foi de 200%,

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática do do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus São Paulo do Potengi – IFRN/SPP, [josenildodiniz6@gmail.com](mailto:josenildodiniz6@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduando do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus São Paulo do Potengi – IFRN SPP, [nascimento.francisca@escolar.ifrn.edu.br](mailto:nascimento.francisca@escolar.ifrn.edu.br);

<sup>3</sup> Mestra em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [juliana.schivani@ifrn.edu.br](mailto:juliana.schivani@ifrn.edu.br).

enquanto a solar distribuída passou de 2000%. Segundo o mesmo órgão, só em 2020, a capacidade instalada em energia solar fotovoltaica cresceu 66% no país. (BRASIL, 2022).

Sabe-se que fontes de energias renováveis providas do Sol, são favoráveis para a preservação do Meio Ambiente. Com o forno solar, podemos afirmar que não é diferente, uma vez que para além de questões ambientais, também irá beneficiar a população em geral, uma vez que pode substituir o gás de cozinha, o qual apresenta riscos como: explosão, incêndio, asfixia, além de permanecer com o preço elevado.

A proposta é consequentemente interdisciplinar, uma vez que também envolve conceitos de Física no processo de investigação do funcionamento do forno.

O que se pretende com a “interdisciplinaridade não é anular a contribuição de cada ciência em particular, mas apenas uma atitude que venha a impedir que se estabeleça a supremacia de determinada ciência em detrimento de outros aportes igualmente importantes” (FAZENDA, 2011, p.59). Nesse sentido, vem a importância de se utilizar a Física no ensino das funções quadráticas, uma vez que este conceito também aparece nesta disciplina.

Em suma, tentaremos fazer com que os estudantes consigam tecer relações da Matemática com o seu cotidiano, a partir do forno solar. Além do mais, é importante que aplicações sejam feitas no ensino da Matemática, tornando-a mais atrativa e com significado, como orienta documentos oficiais.

O estudo pretende aplicar os conceitos de função quadrática, de modo interdisciplinar, no uso de um forno solar, construído com antena parabólica e papel alumínio, nas turmas de 1º ano do Ensino Médio Técnico Integrado de Meio Ambiente e de Informática para Internet do Instituto Feder Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus São Paulo do Potengi.

Importante destacar que durante nossas pesquisas bibliográficas não foram encontrados trabalhos que conseguissem juntar a aplicação do ensino das parábolas no 1º série do Ensino Médio com fornos solares. De tal modo, podemos afirmar que este estudo além de inovador é bastante relevante.

## **METODOLOGIA**

O projeto tem como foco principal a confecção de um forno solar para que seja utilizado para a aplicação de funções quadráticas em duas turmas de 1º ano do Ensino Médio Técnico Integrado do IFRN, dos cursos de Meio Ambiente e Informática para Internet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte Campus São Paulo do Potengi

Para tanto, inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca da interdisciplinaridade. Também foi pesquisado modelos de forno solar caseiro, o passo a passo da construção, bem com seu funcionamento no que tange os conceitos físicos e matemáticos relacionados.

Os resultados destas pesquisas, culminou em uma pesquisa aplicada, com a construção e uso do próprio forno solar, usando antena parabólica e papel alumínio, além da elaboração de atividades didático pedagógicas para o ensino e o aprendizado das funções quadráticas.

As atividades elaboradas foram aplicadas nas turmas supracitadas. Foi realizado a coleta de dados desta aplicação, registrando falas e imagens de interação dos estudantes entre e com o pesquisador, por meio de anotações em diário de campo, instrumentos tecnológicos digitais como gravador, filmadora e câmera fotográfica, além das próprias atividades respondidas. Em suma, tratou-se de uma pesquisa predominantemente qualitativa que visou auxiliar no ensino e no aprendizado da Matemática com uma proposta interdisciplinar que gere significado aos estudantes.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos alunos questionam o motivo de tanto insucesso em Matemática. Para Ponte (1994), os alunos não conseguem perceber para que serve o aprendizado matemático. É esta falta de significado na disciplina que alguns alunos acabam por se julgarem incapazes e cria-se um bloqueio mental para qualquer novo conceito.

Esta ausência de significado pode ser superada com o trabalho interdisciplinar, uma vez que,

A interdisciplinaridade não dilui as disciplinas, ao contrário, mantém sua individualidade. Mas integra as disciplinas a partir da compreensão das múltiplas causas ou fatores que intervêm sobre a realidade e trabalha todas as linguagens necessárias para a constituição de conhecimentos, comunicação e negociação de significados e registro sistemático dos resultados. (BRASIL, 1999, p. 89.).

Para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Matemática é uma disciplina extremamente favorável para o trabalho interdisciplinar, pois consegue envolver dimensões culturais, sociais, políticas, psicológicas e econômicas, podendo unir História, Geografia, Arte, Música, Física, Química, dentre outras. (BRASIL, 2018).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - 9.394/96 (LDB) enfatiza que a interdisciplinaridade deve “relacionar as disciplinas em atividades ou projetos de estudo, pesquisa e ação” (BRASIL, 1996, p. 78). Souza (1995) defende o uso da interdisciplinaridade para tornar o aprendizado matemático um conhecimento vivo e humano, relacionando-a com a vida dos educandos.

No caso desta pesquisa, propõe-se a atividade de construção e uso do forno solar, objeto que pode ser utilizado no cotidiano, com a finalidade pedagógica de aplicar conceitos físicos e de funções quadráticas, tornando o processo de ensino e aprendizado da Matemática com significado e sentido para os discentes.

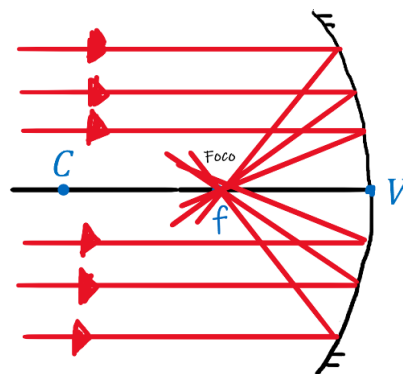
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa realizada, foi possível notar que há vários tipos de fornos solares, dentre eles, tem-se o fogão solar do tipo painel, o fogão solar do tipo caixa, o fogão solar do tipo parabólico, o fogão solar do tipo funil e os coletores de placas aplicado à cozinha. Vale ressaltar que todos esses fornos mencionados acima utilizam somente a energia do Sol como fonte de combustível.

Dos fornos mencionados acima, nossa pesquisa tem como foco o fogão solar parabólico. São fornos que captam a radiação solar e, dependendo de como essa radiação chega, ela é direcionada para uma posição bem específica da superfície curva da base da parabólica denominada de foco principal. Para que ocorra reflexão da luz solar, necessita-se de refletores, que geralmente são espelhos distribuídos em uma superfície de forma côncava (SOUZA, 2014).

Além da conexão com o estudo da função parabólica, nosso forno parabólico se comportará como uma superfície côncava. Obedecendo as condições de Carl Friedrich Gauss<sup>4</sup>, nessas superfícies quando um feixe de raios luminosos incide paralelamente ao eixo principal, ele converge para um ponto. Esse ponto de concentração dos raios refletidos é denominado foco principal, conforme Figura 1.

**Figura 1:** Ilustração do foco na superfície côncava



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Pode-se notar, na Figura 1, que há um eixo principal e é exatamente nesse eixo que o foco estará contido, assim como o vértice (V) e o centro de curvatura (C). Além disso, podemos verificar que o foco (f) corresponde ao ponto médio entre o centro de curvatura e o vértice. Essa distância corresponde ao raio de curvatura (R) da superfície côncava. Assim,

<sup>4</sup> As condições de Gauss são:

1ª) O ângulo de abertura deve ser menor que  $\alpha < 10^\circ$ ;

2ª) Os raios incidentes devem ser paraxiais, ou seja, apresentam pequena inclinação em relação ao eixo principal.

$$f = \frac{R}{2}$$

A região do foco da superfície côncava da antena parabólica, será o local em que ficará sustentada o nosso recipiente contendo água para, assim ser aquecida.

### **ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO FORNO SOLAR:**

Inicialmente, foi pensado em colar apenas o papel laminado<sup>5</sup> diretamente na base da antena. No entanto, notou-se que, na base, as telas eram flexíveis e não conseguiriam dar o suporte necessário para fixar os papéis laminados, como pode ser verificado na Figura 2.

**Figura 2:** Antena usada para construção do protótipo



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Ao verificar isso, foram cortados pedaços de papelão para serem fixados na base da antena. Esses pedaços de papelão foram fixados utilizando abraçadeiras de plástico com a finalidade de deixar a base mais estável e plana possível. A figura 3 exibe parte desse procedimento, em que, inicialmente cortamos os papelões de tal maneira a aproveitar o máximo possível.

**Figura 3:** Modelo dos cortes dos papelões



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

---

<sup>5</sup> Foi optado pelo papel laminado como fonte refletora pelo fato dela não ter tanta facilidade de amassar ou se danificar como o papel alumínio e com isso perderia suas propriedades reflexora.

Na sequência, iniciamos a etapa seguinte a qual consistiu em fixar os papelões cortados na antena com o auxílio das abraçadeiras de plásticos. Essa etapa foi um pouco complexa, pois como a antena não estava fixada a uma base, não havia estabilidade necessária. Contudo, mesmo diante das dificuldades, a etapa foi concluída, conforme pode ser verificado na sequência de imagens da Figura 4.

**Figura 4:** Fixação dos papelões na base da antena



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Em seguida, utilizamos cola branca para conglutinar o papel laminado no papelão. Assim, foi possível deixar a superfície refletora favorecendo a concentração dos raios luminosos no foco da superfície côncava da antena parabólica. Na figura 5, segue as imagens mostrando a sequência da construção da superfície refletora da antena, desde o início da colagem dos papeis laminados até a configuração final.

**Figura 5:** Colagem dos papeis laminados sobre a base de papelão



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Como podemos notar na Figura 5, foi possível cobrir toda a superfície côncava da antena com o papel laminado. Finalizando a construção do fogão solar, retiramos o suporte utilizado para receber o sinal da antena, e adaptamos um copo de alumínio para ser realizado os testes de aquecimento de uma porção de água, conforme Figura 6.



**Figura 6:** Adaptação do copo para os testes



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

## TESTES

Começamos os testes às 10 horas e 10 minutos da quarta-feira dia 20 de setembro de 2023. O Sol estava encoberto pelas nuvens e isso dificultou o aquecimento da porção de água que estava no foco da antena.<sup>6</sup> Outro ponto importante a ser mencionado é que os testes atrasaram, pois não havia condições climáticas favoráveis, ou seja, o clima estava propenso para chover e/ou o céu estava demasiadamente nublado.

Sendo assim, partimos para um local aberto com a finalidade de captar a maior incidência dos raios solares. Antes de iniciar os testes de aquecimento, montamos uma estrutura, com algumas cadeiras, para deixar a antena mais estabilizada possível, como pode ser visto na Figura 7. Para tecermos um parâmetro de variação de temperatura, decidimos pegar dois copos, um sendo inserido no foco da antena e o outro, colocamos numa base no chão, no entanto, este não estava em contato direto com o solo, estava sobre uma base de isopor.

**Figura 7:** Forno solar com amostra de água e amostra de água no solo sobre uma base.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

---

<sup>6</sup> É importante mencionar que para ter uma radiação maior dos raios solares o sol não deveria estar encoberto pelas nuvens.

Durante os testes, estávamos modificando a posição da antena a cada 45 minutos, para que se fosse possível ter a maior incidência solar, pois é nesse período que o sol se move em relação a Terra. Os testes foram realizados das 10h às 12h. Foram inseridos 100 ml de água nos dois copos e medimos a temperatura de cada um dos copos, as quais estavam, inicialmente, numa temperatura de 28°C. Momentos antes de iniciar as observações da variação de temperatura nas duas porções de água, notamos que, de fato, a superfície refletora da antena comportava-se como uma superfície côncava, uma vez que, pode ser notado como o foco é realmente onde está o copo quando aproximamos a mão, conforme Figura 8.

**Figura 8:** Raios solares incidindo na mão e no foco



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Na tabela 1, temos os registros da variação de temperatura que ocorreu nas duas porções de água durante a verificação inicial, em que foi medido com um termômetro à base de mercúrio. Na tabela 1, temos os registros da variação de temperatura que ocorreu nas duas porções de água durante a verificação inicial.

**Tabela 1** Temperaturas do primeiro teste

<b>Tempo</b>	<b>Temperaturas da amostra da antena (°C)</b>	<b>Temperaturas da amostra fora da antena (°C)</b>
0 minutos	28	28
22,5 minutos	36	32
45 minutos	35	33

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Sendo assim, é possível observar que houve uma variação de temperatura da amostra da água que estava na antena de 8°C, chegando a 36°C nos primeiros 22,5 minutos. Por sua vez, a



água que estava fora da antena teve uma variação de temperatura de 4°C desde a temperatura inicial, chegando a uma temperatura de 32 °C, no mesmo tempo que a outra amostra.

**Figura 9:** Medição de temperatura no primeiro teste



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Contudo, ao se passar 45 minutos, a amostra que estava na antena, reduziu 1°C e a que estava fora aumentou 1°C, isto é, a que estava fora chegou a uma temperatura de 33 °C. É importante salientar que esse resfriamento da amostra que estava na antena, ocorreu por diversos fatores, como por exemplo: 1) pouca incidência de raios solares; 2) a superfície refletora da antena não está 100% lisa, ou seja, promovendo reflexões difusas. Esses dois fatores citados podem ser observados na Figura 9. Em seguida, mudamos a posição da antena (Figura 10), e como estávamos perto do meio-dia a tendência era que a água que estivesse no copo da antena esquentasse bastante ou pelo menos mais do que estava inicialmente (28°C).

**Figura 10:** Antena no local para o segundo teste



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Sendo assim, ocorreu o mesmo procedimento que nas amostras anteriores, a cada 22,5 minutos foi verificado a temperatura nas duas porções de água. É válido dizer que a água que estavam nos copos não foram trocadas, contudo foi anotado a temperatura na qual estavam. Na tabela 2, conseguiremos observar de forma mais detalhada o 2º teste.

**Tabela 2:** temperaturas do segundo teste

Tempo	Temperaturas da amostra da antena (°C)	Temperaturas da amostra fora da antena (°C)
0 minutos	34	32
22,5 minutos	34	32,5
45 minutos	44	33

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Neste caso, conseguimos observar que a temperatura se manteve iguais nos primeiros 22,5 minutos, tanto na amostra que estava no foco da antena, quando a que estava fora dela. Contudo, quando foi chegando nos 45 minutos do segundo teste, a temperatura da água que estava na antena chegou a 44°C. Sendo a temperatura inicial de 28°C, a variação de temperatura foi de 16°C com o auxílio da antena refletindo no foco principal.

Portanto, a partir desses testes iniciais podemos perceber que mesmo a superfície refletora não seja totalmente lisa foi possível verificar uma variação de temperatura de 16°C durante um intervalo de 1 hora e 30 minutos. Outro ponto que podemos destacar é que as condições climáticas são fundamentais para a eficiência do fogão solar, uma vez que, durante o intervalo de tempo mencionado a variação de temperatura foi considerável mesmo com a presença de nuvens. Também podemos inferir que se na superfície da antena fossem colados pequenos espelhos planos ao invés de papéis laminados, conseguiríamos obter maiores variações de temperatura.

A partir de todos os resultados da pesquisa bibliográfica, documental e dos testes realizados, foi possível construir uma atividade matemática que a partir de discussões sobre o funcionamento do forno solar, os estudantes pudessem aplicar os conhecimentos sobre funções quadráticas de maneira teórica e interdisciplinar.

O início da atividade se deu ao ar livre, fora do ambiente da sala de aula, no contra-turno das aulas, uma vez que ambas as turmas estudam no período vespertino. Na ocasião, os estudantes puderam participar das medições de temperatura durante toda a observação do funcionamento do forno solar, enquanto também discutíamos algumas questões iniciais tais como: *O que são parábolas? É possível encontrar parábolas no forno solar? Onde esquentam mais: na base do forno ou no centro onde está o copo? Por que as temperaturas da base e do foco do forno são diferentes? De que forma os raios solares são capturados pelo forno? Onde os raios solares se concentram no forno? Toda curva é uma parábola?*

Observando o funcionamento do forno solar, os estudantes conseguiram entender que o raios solares são refletidos e convergidos para o foco da parábola. Isso pode ser comprovado

por meio da fala de uma aluna, que afirmou "esse dá e esse outro recebe", tocando na base e no foco do forno enquanto falava, logo fazendo uma analogia. A pedido dos próprios estudantes, conseguimos fritar um ovo de galinha no forno solar, fato observável na figura 11.

**Figura 11:** fritando um ovo no forno solar.



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023)

Os estudantes ficaram muito impressionados com o resultado do ovo frito e até quiseram experimentar para concluir se era o mesmo gosto de um ovo frito em fogão à gás.

Após as observações e discussões iniciais, em outro momento, na sala de aula, dividiu-se as turmas em grupos e cada grupo recebeu a atividade escrita proposta.

Uma das indagações era “**Toda curva é uma Parábola?**”. Para 9 dos 10 grupos da turma de Meio Ambiente nem toda curva é uma parábola. Importante mencionar que uma das estudantes perguntou se um guarda-chuva poderia ser um conjunto de parábolas, uma vez que além da curvatura, também possui um foco (considerando a trava que permite mantê-lo aberto, localizado na parte inferior do objeto. Já para a turma de Informática dos 8 grupos, 7 afirmaram que nem toda curva é uma parábola. Nesta turma, um dos alunos, no momento da observação inicial, conseguiu exemplificar por meio de um fio que estava em um poste fazendo uma pequena curva.

Usou-se da tabela de medição da temperatura da água no copo que se localizava no foco do forno solar para abordar conceitos de função, variável dependente, variável independente, e lei de formação (função quadrática) que fornece a temperatura do forno ao longo do tempo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos notar que com esse estudo foi possível trabalhar de forma interdisciplinar envolvendo a Matemática e conceitos da física. Trabalhar qualquer conteúdo de maneira prática e paupável para o aluno tornará o aprendizado com mais significado para ele. Com isso, o aluno conseguirá observar que a matemática está na sua vida de maneira cotidiana.

Outro ponto importante desse estudo é que não há trabalhos que consigam agrupar de maneira coesiva a interdisciplinaridade entre a Física e a Matemática com conteúdo de parábolas e a utilização de um forno solar para que o conhecimento sobre tal fosse mediado.

Também é relevante destacar que a construção desse forno solar foi de baixo custo, tornando viável sua construção para todas as classes sociais.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus por me manter firme nessa caminhada acadêmica que é tão ardua, bem como a minha Família de maneira geral que tem sido fundamental durante esse percurso. Além destes, quero expressar minha gratidão além da minha orientadora, ao professor de Física, Msc. Ubaldo Fernandes que nos auxiliou de maneira incessante para suprir algumas dúvidas sobre alguns conceitos no qual foram necessários para a construção do Forno solar.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9.394/96**. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília : MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério de Educação, 2018.

BRASIL. **Energia renovável chega a quase 50% da matriz elétrica brasileira**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/08/energia-renovavel-chega-a-quase-50-da-matriz-eletrica-brasileira#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Minist%C3%A9rio%20de%20Minas%20e%20Energia%2C%20nos,fotovoltaica%20cresceu%2066%25%20no%20pa%C3%ADs..> Acesso em: 23 jun. 2023.

FAZENDA, Ivani C. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia. São Paulo: Loyola, 2011.

PONTE, J. P. Matemática: **Uma disciplina condenada ao insucesso**. NOESIS, 1994, n. 32, p. 2.

SOUZA, R. F. **Viabilidade de uso de um fogão solar para cocção de alimentos com parábola refletora fabricada em compósito que utiliza fibras de Carnaúba e resina Ortoftálica**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SOUZA, Ricardo Luís de. **Conversando sobre a interdisciplinaridade no ensino**.

**da matemática**. In: FAZENDA, Ivani (Org.). A academia vai à escola. Campinas: Papirus, 1995.