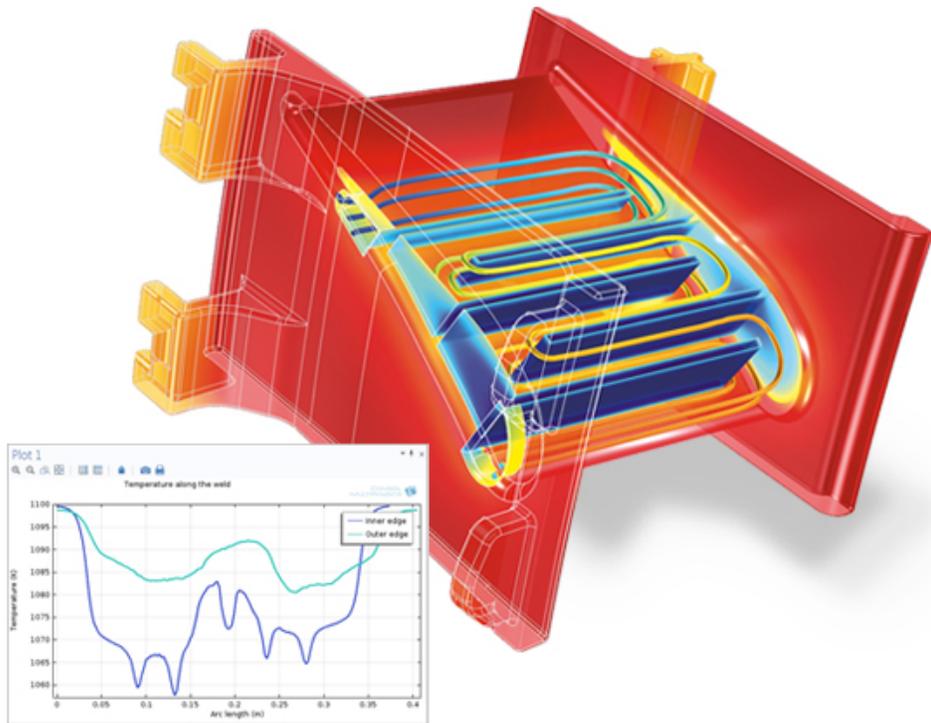
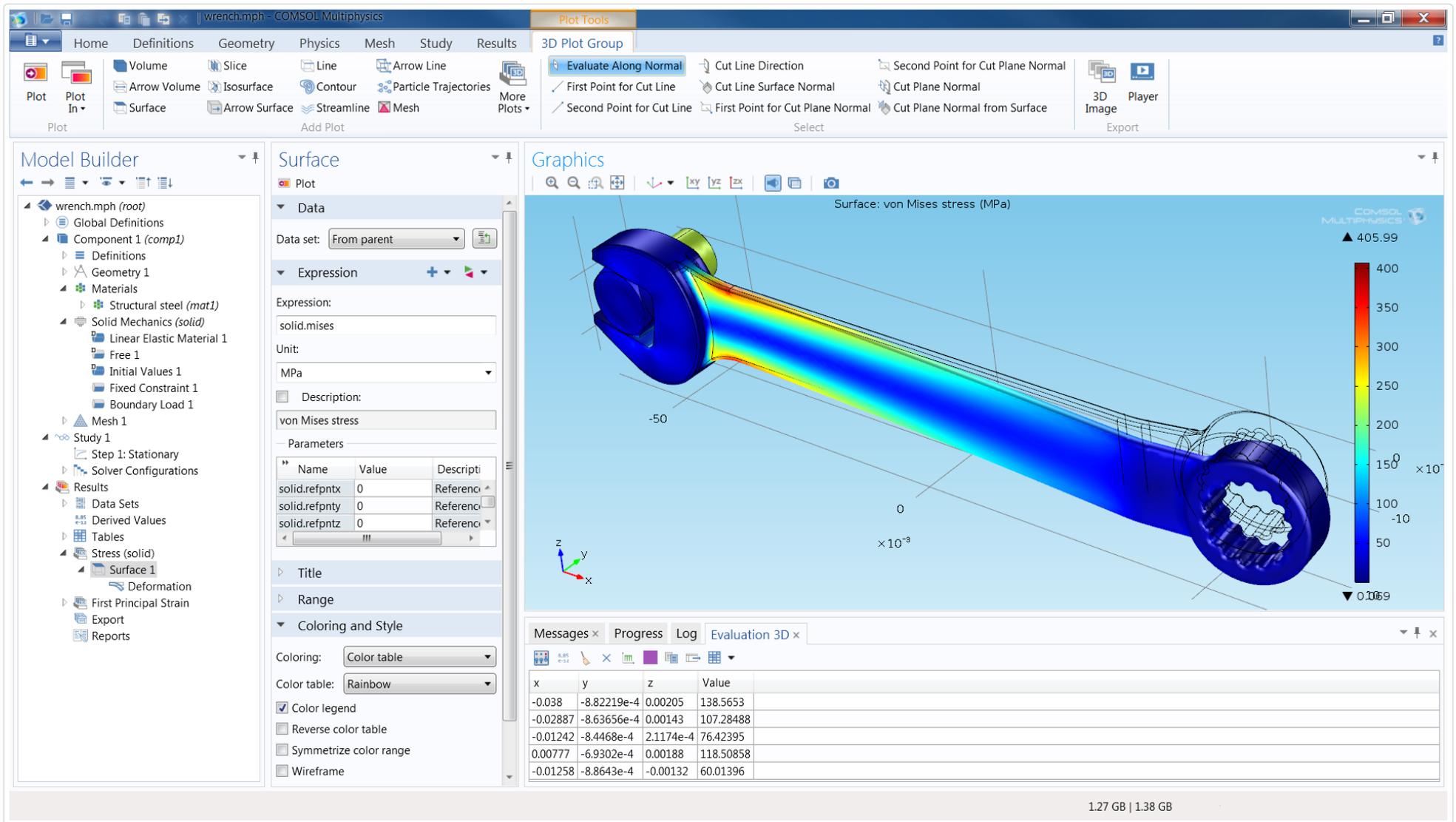


# COMSOL Multiphysics®

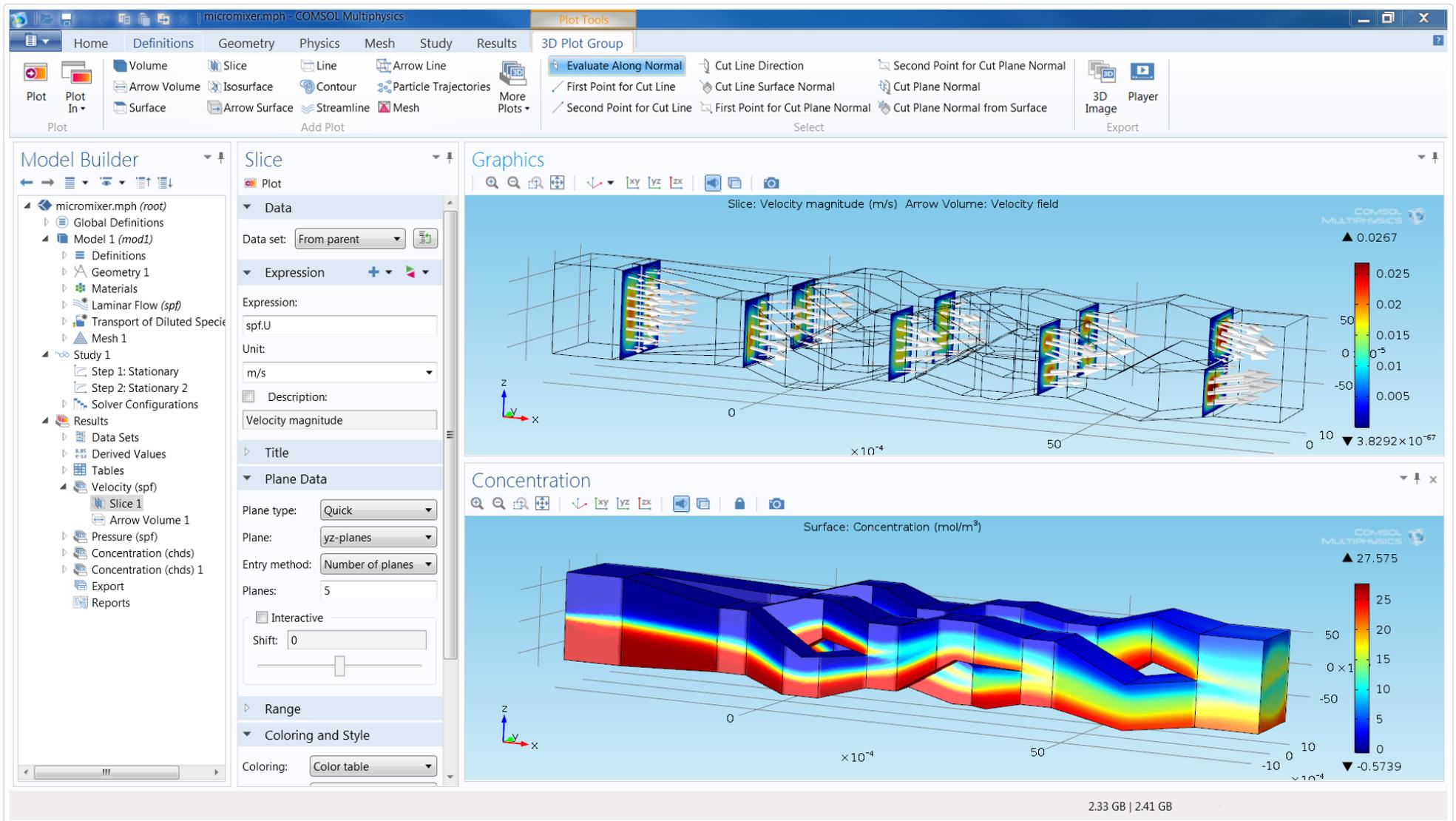
A Plataforma Para Modelagem e Simulação Com Base em Físicas



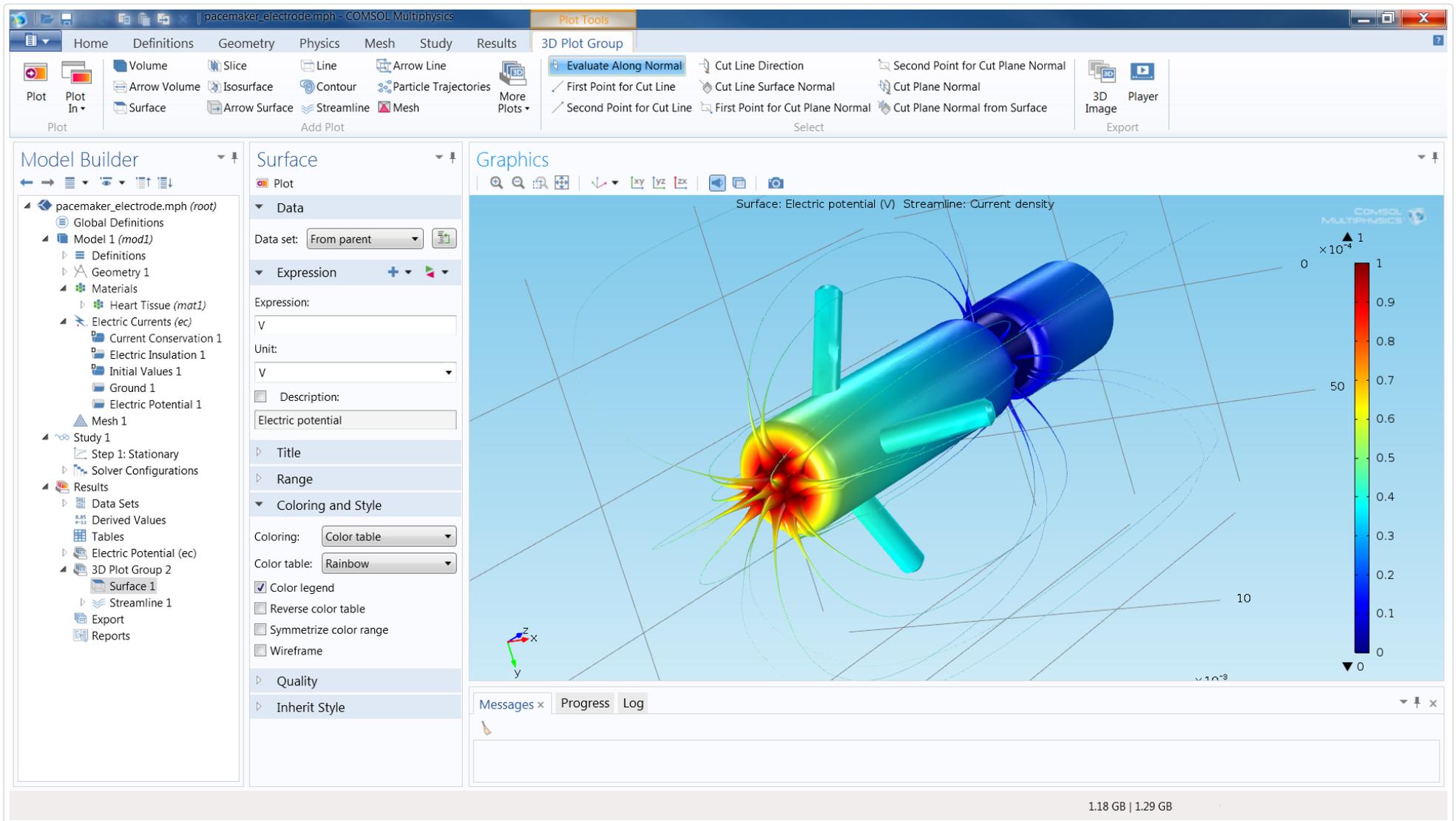
Uma pá de estator no estágio de turbina de um motor a jato é aquecida por gases de combustão, em que os gradientes de temperatura resultantes introduzem tensões significativas. Para impedir que o estator se funda, escoamento de ar é utilizado em um duto de resfriamento na pá.



COMSOL Desktop®: Simulação mecânica de uma chave inglesa computando a tensão e deformação efetivos.



Uma simulação de escoamento e transporte químico de um micromisturador com campo de velocidade do fluido e concentração de espécies.



COMSOL Desktop®: Simulação elétrica de um elétrodo de marca-passo com resultados de distribuição de tensão e corrente.

O COMSOL Desktop é um ambiente de interface do usuário integrado poderoso projetado para o desenvolvimento de produtos multidisciplinares com um fluxo de trabalho unificado para aplicações elétricas, mecânicas, fluidicas e químicas.

**Ferramenta de Simulação Para Aplicações Elétricas, Mecânicas, de Escoamento e Químicas**

COMSOL Multiphysics® é uma plataforma de software multipropósito com base em métodos numéricos avançados para modelar e simular problemas baseados em física. Com o COMSOL Multiphysics, você poderá levar em conta fenômenos acoplados ou multifísicos. Com mais de 30 produtos complementares para escolher, você pode expandir a plataforma de simulação com interfaces físicas dedicadas e ferramentas para aplicações elétricas, mecânicas, de escoamento e químicas. Outros produtos de interface conectam suas simulações do COMSOL Multiphysics a softwares de computação técnica, CAD e ECAD.

## O COMSOL Desktop® Para Desenvolvimento de Produtos Multidisciplinares

O COMSOL Desktop® é um ambiente integrado poderoso projetado para o desenvolvimento multidisciplinar de produtos com um fluxo de trabalho unificado, independentemente da área de aplicação. Os módulos complementares mesclam-se impecavelmente com o COMSOL Multiphysics, e a maneira como você opera o software permanece a mesma, não importa quais produtos complementares estejam envolvidos. A Árvore de Modelos no Model Builder oferece a você um panorama geral do modelo e acesso a todas as funcionalidades – geometria, definições de física, condições de contorno, estudos, métodos de resolução, pós-processamento e visualizações. Com o COMSOL Multiphysics, você pode estender facilmente modelos convencionais para um tipo de física em modelos multifísicos que resolvem fenômenos físicos acoplados – simultaneamente. Além disso, essa capacidade não requer conhecimentos profundos de matemática nem de análise numérica.

## O COMSOL® Coloca o Poder das Simulações em Suas Mãos

Com o software FEA COMSOL Multiphysics® você pode simular virtualmente qualquer coisa que você queira, graças à sua inerente flexibilidade que complementa a interface intuitiva e fácil de usar COMSOL Desktop®

Por exemplo, no COMSOL Multiphysics®, você é capaz de incluir suas próprias equações que podem descrever uma propriedade de material, contorno, termos fonte, ou até mesmo conjunto único de equações parciais diferenciais (PDEs). Você pode criar novas interfaces físicas a partir de equações que você inseriu. Quando criando aplicativos através do *Application Builder*, você pode projetar suas próprias interfaces de usuário baseadas em seus modelos. Essas interfaces de usuário podem ser versões simplificadas do modelo ou incluir somente alguns dos campos de entrada e saída que você deseja permitir que o usuário acesse. O COMSOL Multiphysics® também inclui uma COMSOL® API for use with Java® que acrescenta flexibilidade extra para conectar seus modelos COMSOL Multiphysics® à outros aplicativos.

## Interfaces de Modelagem Com Base em Física e Equações

Usar o COMSOL Multiphysics oferece a você uma quantidade significativa de funcionalidades para modelagem de físicas, incluindo capacidade multifísica. Adicionando módulos de aplicação específica, o poder de modelagem aumenta com ferramentas dedicadas a aplicações elétricas, mecânicas, de escoamento e químicas. O COMSOL Multiphysics inclui um conjunto de interfaces físicas centrais para áreas de aplicação de físicas comuns como análise estrutural, escoamento laminar, acústica de pressão, transporte de espécies diluídas, eletroestática, correntes elétricas, transferência de calor e aquecimento por efeito Joule. Há versões simplificadas de um conjunto selecionado de interfaces físicas à disposição nos módulos complementares.

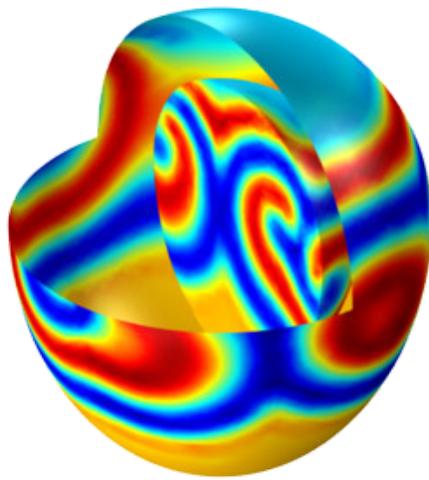
Para simulações de matemática ou física arbitrárias, onde não há uma opção de física predefinida à disposição, um conjunto de interfaces físicas é incluído para definir simulações especificando as equações. Vários modelos de equação diferencial parcial (PDE) facilitam modelar sistemas de equação lineares de segunda ordem ou não lineares. Acoplando várias equações entre si, você também pode modelar equações diferenciais de ordens mais altas. Essas ferramentas à base de equações podem ser adicionalmente combinadas às físicas predefinidas do COMSOL Multiphysics ou a qualquer um dos módulos complementares, permitindo assim análises totalmente acopladas e personalizadas. Isso diminui drasticamente a necessidade de escrever sub-rotinas a fim de personalizar equações, propriedades materiais, condições de contorno ou termos de fonte. Também há à disposição um conjunto de modelos para PDEs clássicas: equação de Laplace, equação de Poisson, equação de onda, equação de Helmholtz, equação de calor e a equação convecção-difusão.

### Sistema de Coordenadas

O usuário usufrui da possibilidade de definir qualquer número de sistemas de coordenadas locais. Há atalhos para sistemas de coordenadas comuns como de base cilíndrica, esférica e Euler-ângulo, e um método para criação de sistemas de coordenadas automático facilita a definição de propriedades materiais anisotrópicas que seguem formatos geométricos curvados. Essa ferramenta de coordenada curvilínea, incluída no COMSOL Multiphysics, pode ser aplicada a qualquer tipo de física, como condutividade térmica anisotrópica em transferência de calor, materiais ortotrópicos para mecânica estrutural e meios anisotrópicos em eletromagnetismo, por exemplo.

### Acoplamentos de Modelos

O COMSOL Desktop® permite que você trabalhe simultaneamente em 3D, 2D, 1D e 0D. Os chamados Model Couplings (Acoplamentos de Modelos) podem ser usados para mapear qualquer quantidade através de dimensões espaciais. Por exemplo, uma solução 2D pode ser mapeada para uma superfície 3D ou extrusada ao longo de um volume 3D. Essa funcionalidade facilita definir simulações interdimensionais. Além disso, sistemas de equações algébricas, equações diferenciais ordinárias (ODEs) ou equações algébricas diferenciais (DAEs) – chamados de modelos 0D – podem ser combinados com modelos 1D, 2D e 3D espacialmente dependentes.



*Equações Diferenciais Parciais: Um modelo de sinais elétricos em um coração baseado em equações, resolvendo um sistema de equações diferenciais parciais não lineares transientes.*

*Equações Diferenciais Parciais: Um modelo de sinais elétricos em um coração baseado em equações, resolvendo um sistema de equações diferenciais parciais não lineares transientes.*

[Visualizar Mais Figuras »](#)

### **Malha Móvel com ALE**

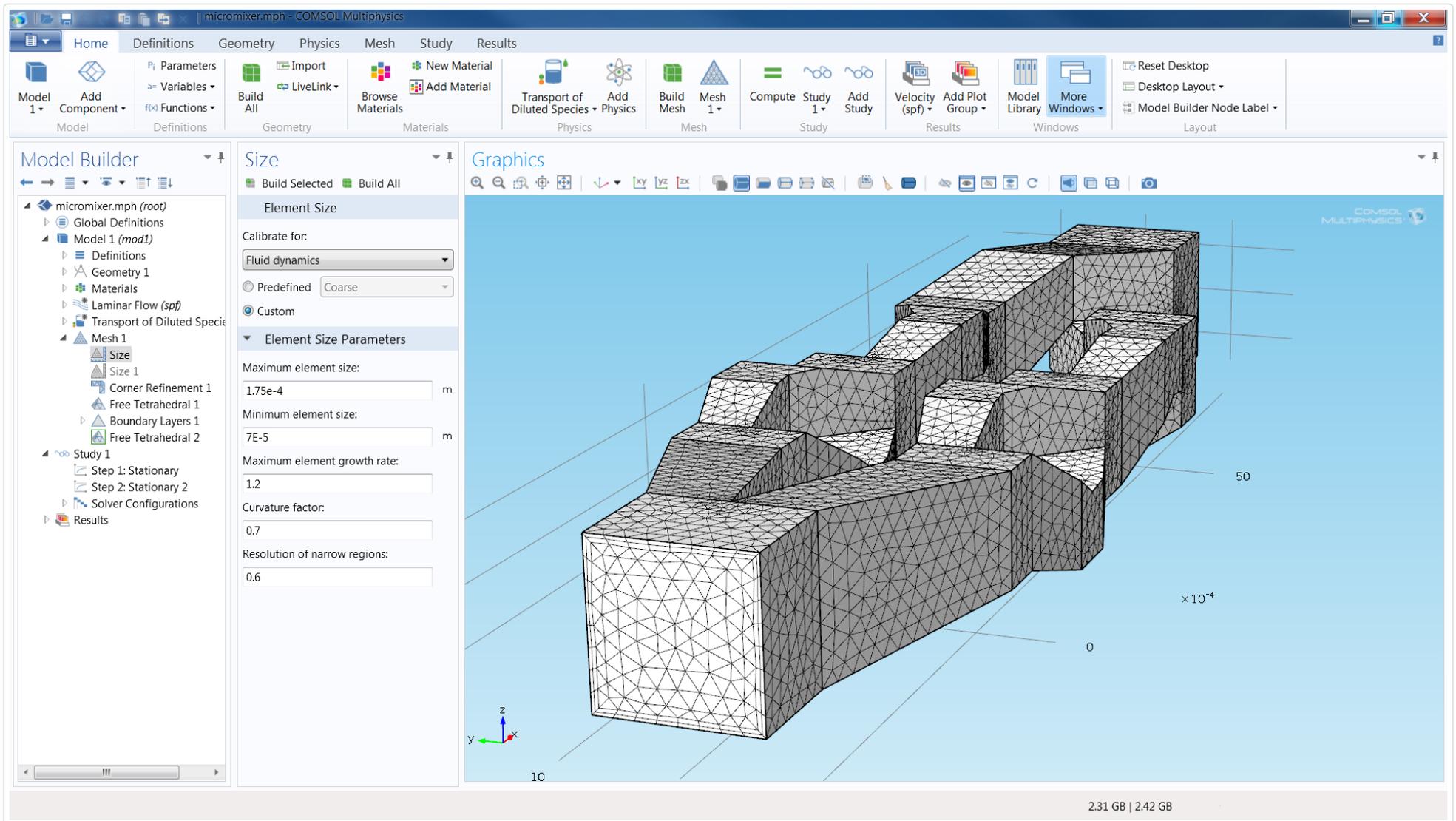
O COMSOL Multiphysics inclui funcionalidade de malha móvel avançada, com base no método de Lagrangian-Eulerian Arbitrário (ALE), onde você pode definir físicas em relação a um referencial móvel. Pode ser um referencial do material ou um referencial espacial, dependendo do que é relevante para a física em questão. A tecnologia também é incluída em alguns dos módulos complementares, onde malhas móveis são acopladas a outras físicas: interação fluido-estrutura ([Structural Mechanics Module e MEMS Module](#)), superfícies corroídas ([Corrosion Module](#)), eletrodeposição ([Electrodeposition Module](#)), eletromecânica (MEMS Module) e escoamento bifásico ([Microfluidics Module](#)). A funcionalidade ALE incluída no COMSOL Multiphysics também possibilita realizar simulações personalizadas em casos onde uma opção integrada não está disponível.

### **Criação de Malha e Tipos de Elementos Finitos**

Ferramentas de criação de malha automáticas e semiautomáticas estão disponíveis no COMSOL Multiphysics, incluindo criação de malha tetraédrica livre e criação de malha varrida. O algoritmo padrão é a criação de malha tetraédrica automática para físicas definidas em sólidos e uma combinação de criação de malha tetraédrica e de camadas limite para fluidos. Você também pode assumir total controle sobre a sequência de operações usada para criar a malha definindo a chamada sequência de malhas. A sequência de malhas permite uma mistura de elementos tetraédricos, prismáticos ou hexaédricos e pode ser

parametricamente orientada. Além disso, ao importar uma malha em um dos formatos NASTRAN, elementos de pirâmide também são suportados. Uma malha importada no formato NASTRAN pode ser subsequentemente particionada nos níveis de domínio, contorno e aresta por operações adicionais com base em coordenadas.

A abordagem exclusiva do COMSOL para multifísica separa o formato geométrico dos elementos finitos (em 3D: tet, prisma, hexaedro, pirâmide) das "funções de forma dos elementos finitos". Isso oferece flexibilidade máxima, e cada formato geométrico suporta funções de forma de primeira ordem, segunda, terceira e, em alguns casos, de ordens maiores correspondentes a elementos finitos tradicionais lineares, quadráticos ou cúbicos, respectivamente. Muitos tipos de física utilizam elementos finitos de Lagrange, também conhecidos como elementos finitos de base nodal isoparamétricos. Isso inclui transferência de calor, mecânica estrutural, eletroestática entre outros. Para a CFD, elementos especializados e esquemas de estabilização numérica também são usados. Para eletromagnetismo em campo de vetores, elementos ondulados e curvados de alta ordem, também conhecidos como elementos de aresta ou de vetor, são usados.



*Criação de Malha: Os métodos de criação de malha do COMSOL Multiphysics incluem malha tetraédrica livre, malha varrida e malha de camada limite. A imagem ilustra a malha de uma simulação de escoamento com elementos de alta ordem.*

*Criação de Malha: Os métodos de criação de malha do COMSOL Multiphysics incluem malha tetraédrica livre, malha varrida e malha de camada limite. A imagem ilustra a malha de uma simulação de escoamento com elementos de alta ordem.*

O COMSOL Multiphysics oferece ferramentas para a modelagem de geometrias 1D, 2D e 3D com um núcleo de geometria nativo COMSOL. Vários objetos primitivos estão à disposição, bem como o recurso de extrudar objetos de geometria 2D em geral para 3D. Ademais, é possível girar ou varrer os objetos 2D ao longo de curvas paramétricas. Operações booleanas como união, diferença e interseção são usadas para criar formatos mais complicados envolvendo combinações de sólidos, superfícies, curvas e pontos. Recursos de modelagem de forma livre incluem superfícies paramétricas, curvas paramétricas e curvas de interpolação. Todas as operações geométricas são organizadas em uma sequência paramétrica de operações na Árvore de Modelos. Para acesso a funcionalidades CAD mais avançadas, há o complemento [CAD Import Module](#) e os produtos LiveLink™ para CAD. Eles incrementam os recursos de modelagem de geometrias ao incluir o núcleo de geometria Parasolid® e oferecem uma gama de formatos de importação/exportação de CAD, bem como interoperabilidade CAD com sistemas CAD de destaque. Para obter uma lista de funcionalidades de modelagem de geometrias e formatos de importação/exportação, consulte a [página Especificações sobre CAD](#)

The screenshot displays the COMSOL Multiphysics software interface for a model named "thermal\_actuator\_tem\_parameterized.mph". The interface is divided into several main sections:

- Top Ribbon:** Contains tabs for File, Home, Definitions, Geometry, Physics, Mesh, Study, and Results. Below these are various tool icons for adding components, materials, physics, mesh, and results.
- Model Builder:** A tree view on the left showing the model's structure, including Global Definitions, Thermal Actuator (comp1), and its sub-components like Definitions, Geometry, Materials, and Physics.
- Parameters Table:** A central table listing model parameters with their expressions and values.
 

Name	Expression	Value	Description
d	3[um]	3.0000E-6 m	Distance
dw	15[um]	1.5000E-5 m	Distance width
gap	3[um]	3.0000E-6 m	Gap distance
wb	10[um]	1.0000E-5 m	Width
wv	25[um]	2.5000E-5 m	Width two
L	240[um]	2.4000E-4 m	Actuator length
L1	L-wb	2.3000E-4 m	Actuator length one
L2	L-wb-wv	2.0500E-4 m	Actuator length two
L3	L-2*wb-wv-L/48...	1.5000E-4 m	Actuator length three
L4	L/6	4.0000E-5 m	Actuator length four
L5	L/48	5.0000E-6 m	Actuator length five
htc_s	0.04[W/(m²K)]/2...	20000 W/(m²·K)	Heat transfer coefficient
htc_us	0.04[W/(m²K)]/1...	400.00 W/(m²·K)	Heat transfer coefficient, up...
DV	5[V]	5.0000 V	Applied voltage
- Graphics Window:** A 3D perspective view of the thermal actuator model. It shows a long, thin component with several smaller rectangular features. Dimensions are indicated with lines and labels: 20, 15, 10, and 5, with a scale factor of  $\times 10^{-5}$ . A coordinate system (x, y, z) is visible in the bottom left corner.
- Messages/Progress/Log:** A panel at the bottom right for monitoring the software's status and progress.

The status bar at the bottom right indicates the system has 1.23 GB of free memory and 1.26 GB of total memory.

*Modelagem de Geometrias: O COMSOL Multiphysics inclui ferramentas para modelagem de geometrias que permite criar modelos paramétricos em 1D, 2D e 3D. Uma modelagem de geometrias mais avançada é disponibilizada com o CAD Import Module e os produtos LiveLink para CAD.*

*Modelagem de Geometrias: O COMSOL Multiphysics inclui ferramentas para modelagem de geometrias que permite criar modelos paramétricos em 1D, 2D e 3D. Uma modelagem de geometrias mais avançada é disponibilizada com o CAD Import Module e os produtos LiveLink para CAD.*

## Métodos Numéricos de Última Geração

---

O COMSOL Multiphysics monta e resolve modelos usando avançados métodos de análise numérica. Vários métodos diferentes são usados nos módulos complementares, incluindo análise de elementos finitos, método de volume finito, método de elementos de contorno e métodos de rastreamento de partículas, mas a ênfase do COMSOL Multiphysics está no método de elementos finitos. Muitos tipos de elementos finitos estão disponíveis, e elementos totalmente acoplados são gerados automaticamente pelo software no momento da resolução. Esse método patenteado de gerar elementos finitos dinamicamente é exatamente o que permite combinações multífísicas ilimitadas – um recurso exclusivo do COMSOL Multiphysics.

O software executa a análise junto com a criação de malha adaptativa (se selecionada) e o controle de erros usando uma variedade de métodos numéricos de resolução : métodos de resolução em matriz esparsa diretos e iterativos, métodos de multigrade algébrica e geométrica, além de uma gama de pré-condicionadores. As configurações padrão dos métodos de resolução dependem da combinação física usada. O usuário pode visualizar as configurações dos métodos de resolução e também alterar manualmente parâmetros avançados. Quando disponíveis, os métodos de resolução e outros algoritmos computacionalmente intensos de qualquer licença do COMSOL fazem uso de computação multicore. A computação em cluster e em nuvem são habilitadas pela opção de licença flutuante de rede (FNL). Um conjunto de métodos de resolução é organizado em um Estudo de nível mais alto; um Estudo pode conter uma sequência de métodos de resolução, como análises estacionárias, modal, harmônica e dependente do tempo. Os módulos de aplicação específica têm outras opções de métodos de resolução, como o de análise pré-tensionada ou de perturbação de sinal, e uma análise combinada nos domínios da frequência e do tempo. Análise de sensibilidade está inclusa no COMSOL Multiphysics e um conjunto de métodos de otimização está disponível no produto [Optimization Module](#).

## Modelos Paramétricos e Associativos

---

O COMSOL cria sequências para registrar todas as etapas que criam as definições de geometria, malha, estudos e métodos de resolução, visualização e apresentação de resultados. Você pode, portanto, parametrizar facilmente qualquer parte do modelo simplesmente mudando um nó na Árvore de Modelos e executando novamente as sequências. O programa se lembra e re replica todas as outras informações e dados no modelo. Além disso, a conexão entre a

geometria e as definições de simulação é totalmente associativa – uma mudança na geometria propagará automaticamente mudanças por todo o modelo. Se você preferir um ambiente orientado por comandos, você também pode executar o COMSOL Multiphysics no modo batch.

*Modelos Paramétricos: Os modelos podem ser paramétricos com relações algébricas entre parâmetros. Os parâmetros podem representar dimensões geométricas, além de propriedades físicas.*

▼ Parameters

Name	Expression	Value	Description
d	3[um]	3.0000E-6 m	Cold arm bridge width
dw	15[um]	1.5000E-5 m	Cold arm width
gap	3[um]	3.0000E-6 m	Gap between arms
wb	10[um]	1.0000E-5 m	Electrode base width
ww	25[um]	2.5000E-5 m	Hot arm length difference
L	240[um]	2.4000E-4 m	Actuator length
L1	L-wb	2.3000E-4 m	Hot arm A length
L2	L-ww-wb	2.0500E-4 m	Hot arm B length
L3	$L-2*wb-ww-L/48-L/6$	1.5000E-4 m	Cold arm length
L4	L/6	4.0000E-5 m	Cold arm bridge length
DV	4[V]	4.0000 V	Voltage

↑ ↓ ✕ 📄 📁

Name:  
L3

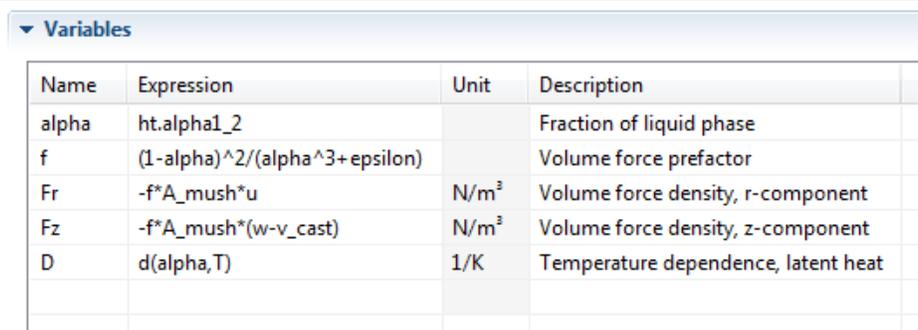
Expression:  
 $L-2*wb-ww-L/48-L/6$

Description:  
Cold arm length

*Modelos Paramétricos: Os modelos podem ser paramétricos com relações algébricas entre parâmetros. Os parâmetros podem representar dimensões geométricas, além de propriedades físicas.*

O COMSOL Multiphysics vem com um interpretador integrado para expressões matemáticas. As expressões podem ser atribuídas a variáveis para uso futuro em propriedades materiais, condições de contorno ou fontes. Isso significa que, na maioria das vezes, você não precisa escrever códigos para adaptar o software quando houver a necessidade de uma expressão personalizada. As variáveis de coordenadas  $x$ ,  $y$  e  $z$  podem ser usadas para definir quantidades espacialmente variantes, por exemplo, cargas distribuídas. Semelhantemente, o  $t$  minúsculo é reservado para o tempo e pode ser usado em expressões para moldar pulsos com variação no tempo para simulações transientes.

Várias operações estão disponíveis para suavização, linearização, diferenciação e mais. Além de um conjunto de modelos de função integrados, como pulsos gaussianos e de retângulos, você pode definir funções a partir de tabelas, diretamente no COMSOL Desktop® ou lê-las a partir de arquivos. Propriedades de materiais não homogêneas podem ser representadas referenciando uma tabela com propriedades em função de coordenadas espaciais. Como alternativa às tabelas numéricas, você pode usar dados de imagem sobre vários formatos de imagem comuns como base para uma função de interpolação. Isso pode, por exemplo, ser usado para mapear pixels de imagem a valores de propriedade material. Você também pode combinar expressões matemáticas com chamadas de função em expressões compostas que envolvem ambos os tipos. Para representar dados de geometria topográfica, você pode importar dados de mapas de elevação digital (DEM) e usá-los junto com superfícies paramétricas.



Name	Expression	Unit	Description
alpha	ht.alpha1_2		Fraction of liquid phase
f	(1-alpha)^2/(alpha^3+epsilon)		Volume force prefactor
Fr	-f*A_mush*u	N/m <sup>3</sup>	Volume force density, r-component
Fz	-f*A_mush*(w-v_cast)	N/m <sup>3</sup>	Volume force density, z-component
D	d(alpha,T)	1/K	Temperature dependence, latent heat

*Variáveis e Expressões: O COMSOL Desktop® permite que você defina e use variáveis, expressões e suas derivadas, com relação às coordenadas do espaço e do tempo.*

*Variáveis e Expressões: O COMSOL Desktop® permite que você defina e use variáveis, expressões e suas derivadas, com relação às coordenadas do espaço e do tempo.*

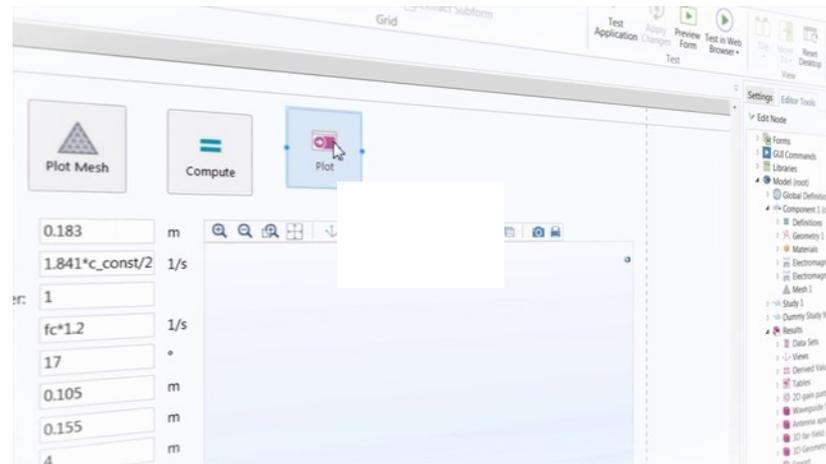
## O Application Builder

O *Application Builder* permite criar rapidamente aplicativos de simulação especializados e fáceis de usar, baseados em seus modelos do COMSOL Multiphysics®, para uso de seus colegas e clientes. O ambiente de trabalho *Application Builder* disponibiliza duas ferramentas importantes para a criação de aplicativos: o *Form Editor* e o *Method Editor*. O *Form Editor* permite usar a funcionalidade arrastar e soltar para facilmente acessar e incluir componentes de interface com o usuário como campos de entrada, janelas gráficas e botões. O *Method Editor* é um ambiente de programação que permite modificar a estrutura de dados que representa um modelo COMSOL Multiphysics®. Neste editor, código Java® pode ser escrito para estender e melhorar a experiência do usuário do aplicativo de simulação.

Aplicativos podem ser criados na versão para Windows® do COMSOL Multiphysics®, usando quaisquer um dos recursos e funcionalidades da plataforma de simulação e seus módulos complementares. Estes podem então ser executados usando uma licença do COMSOL Multiphysics® ou [COMSOL Server™](#), que possuem os produtos complementares que foram usados originalmente para a criação do aplicativo .

Os aplicativos podem ser executados do COMSOL Desktop® nos ambientes Windows®, Mac OS X e Linux®. Alternativamente, eles podem ser executados em um navegador de internet padrão em plataformas como Windows®, Mac OS X, iOS®, Linux® e Android™ com uma licença do %sCOMSOL Server™%. No ambiente Windows®, também é possível executar aplicativos COMSOL® conectando-se ao sCOMSOL Server™%s através de um cliente COMSOL®, fácil de instalar, disponível para download no %sSite da COMSOL%. O %sCOMSOL Server% não inclui as ferramentas *Application Builder*, *Physics Builder* e *Model Builder* que acompanham o ambiente COMSOL Desktop®.

**Assista ao Vídeo: Veja como o Application Builder e o COMSOL Server™ melhoram o fluxo de trabalho de modelagem e simulação.**



## APIs e o Physics Builder

---

O ambiente COMSOL Desktop® e o *Application Builder* tornam fácil a personalização de seus modelos e aplicativos. Para personalização mais avançada, há também um número de diferentes Application Programming Interfaces (APIs) disponíveis para estender sua modelagem. A COMSOL® API *for use with Java*® está inclusa no COMSOL Multiphysics® e disponibiliza um modo de manipular e conduzir o software através de programação usando código orientado à objeto compilado. Alternativamente, o [LiveLink™ for MATLAB®](#) permite trabalhar de forma combinada com o COMSOL Multiphysics® e a linguagem computacional técnica do MATLAB®. [O início do uso da COMSOL® API for use with Java® e do LiveLink™ for MATLAB®](#) é quase imediato, uma vez que você pode facilmente salvar um modelo que foi configurado no COMSOL Desktop® nos formatos de arquivo Java® ou MATLAB®, respectivamente.

O Physics Builder, o qual também está incluso no COMSOL Multiphysics, permite que você crie suas próprias interfaces físicas usando os recursos de modelagem baseada em equações do software. Você pode estender as capacidades de modelagem através da criação de interfaces dentro do COMSOL Desktop® com o mesmo visual e sensação que as interfaces físicas pré-integradas. Para fazer isso você trabalha diretamente no COMSOL Desktop® a partir da Árvore do Physics Builder, definindo novos componentes para a interface com o usuário -- não é necessária programação.

## Exportando resultados e gerando relatórios

---

Os resultados podem ser exportados em arquivos de texto nos formatos .txt, .dat e .csv. Com o [LiveLink™ for Excel®](#), os resultados podem ser exportados para o formato Microsoft® Excel® .xlsx. As imagens podem ser exportadas para vários formatos de imagem comuns, ao passo que animações podem ser exportadas para GIF animado, Adobe® Flash ou AVI. [Saiba mais sobre os formatos de arquivo de exportação.](#)

Relatórios resumindo todo o projeto de simulação podem ser exportados para o formato HTML (.htm,.html) ou Microsoft® Word® (.doc). Três opções de relatório padrão estão disponíveis: Breve, Intermediário ou Completo. No entanto, você também pode optar por criar relatórios personalizados com diferentes partes da Árvore de Modelos.

*Geração de Relatórios: Relatórios que resumem a simulação podem ser produzidos em formato HTML ou Word®.*

The image shows the COMSOL Multiphysics software interface. On the left is the Model Builder tree, showing the simulation setup for 'tilted\_pad\_bearing.mph'. The central area displays two 3D surface plots. The top plot, titled '4.2.1 Fluid Pressure (tffs)', shows the pressure distribution on the surface, with a color scale from 0 to  $1.0266 \times 10^6$  Pa. The bottom plot, titled '4.2.2 Stress (solid)', shows the total displacement distribution, with a color scale from 0 to 2.7849  $\mu\text{m}$ . In the foreground, a Microsoft Word document titled 'tilted\_pad\_bearing.docx' is open, showing a table of contents for the report, including sections for Global Definitions, Component 1, Study 1, and Results.

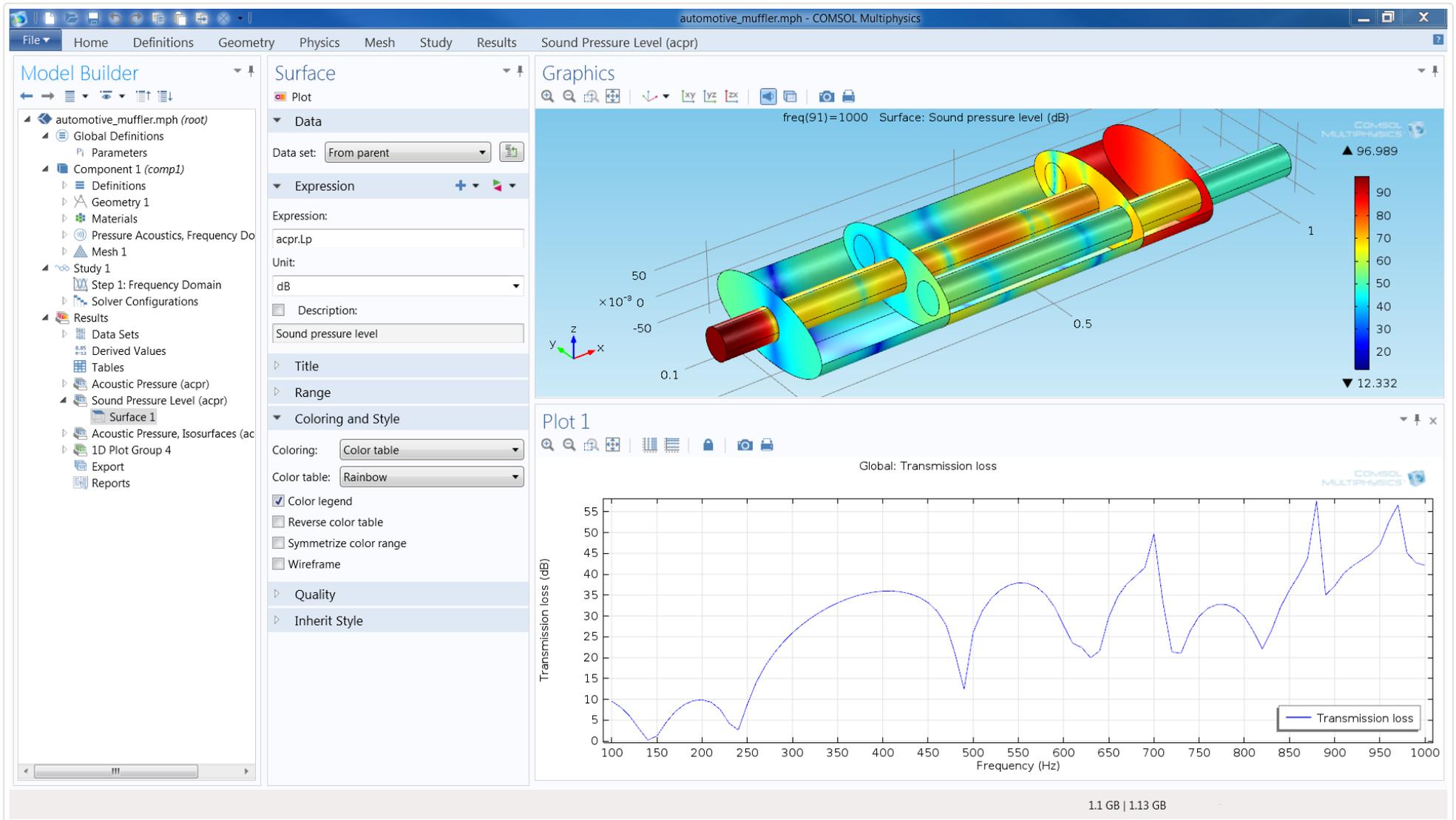
Geração de Relatórios: Relatórios que resumem a simulação podem ser produzidos em formato HTML ou Word®.

## Visualização de Resultados e Pós-Processamento

Recursos de visualização incluem representações de superfície, fatia, isossuperfície, plano de corte, setas e linhas de escoamento, além de muitos outros tipos de representações gráficas. As visualizações não se limitam às quantidades pré-definidas, mas podem ser expandidas com quantidades físicas compostas entrando com as suas próprias expressões matemáticas, bem como suas derivadas. Como resultado, você pode visualizar praticamente qualquer variável

relacionada aos resultados da simulação. Uma gama de ferramentas de pós-processamento está à disposição para avaliação e integração. Você pode computar os valores máximo, mínimo e médio, e também integrar qualquer variável ou variável composta, ao longo de volumes, superfícies, arestas e em pontos.

*Visualização: Ferramentas de visualização integradas incluem representações gráficas de superfície, fatia, isossuperfície, plano de corte, setas e linhas de escoamento, além de gráficos. A imagem ilustra o nível de pressão do som em um silenciador automotivo na forma de uma representação em superfície colorida (topo) junto com a perda de transmissão em em função da frequência (base).*



*Visualização: Ferramentas de visualização integradas incluem representações gráficas de superfície, fatia, isossuperfície, plano de corte, setas e linhas de escoamento, além de gráficos. A imagem ilustra o nível de pressão do som em um silenciador automotivo na forma de uma representação em superfície colorida (topo) junto com a perda de transmissão em em função da frequência (base).*

## Verifique e Otimize Suas Simulações

---

O COMSOL Multiphysics é uma plataforma flexível que permite que os usuários modelem todos os aspectos físicos relevantes de seus projetos. Usuários especialistas podem ir além e usar seu conhecimento para desenvolver soluções personalizadas aplicáveis às suas circunstâncias exclusivas. Com esse tipo de ambiente de modelagem totalmente inclusivo, a COMSOL te dá a segurança de que você precisa para construir o modelo que deseja com precisão do mundo real.

Certas características do COMSOL transparecem com o uso. Entre estas, a compatibilidade se sobressai. O COMSOL exige que todos os tipos de simulação incluídos no pacote possam ser combinados entre si. Essa exigência rigorosa reproduz o que acontece no mundo real. Por exemplo, na natureza, a eletricidade é sempre acompanhada por algum efeito térmico; os dois são totalmente compatíveis. A imposição da compatibilidade garante modelos multifísicos consistentes e a certeza de que você nunca precisará se preocupar com a criação de um modelo desconectado outra vez.

Outra peculiaridade notável do COMSOL Desktop<sup>®</sup> é a adaptabilidade. Conforme suas necessidades de modelagem mudam, o software também muda. Se você se vir precisando incluir outro efeito físico, pode simplesmente adicioná-lo. Se uma das entradas para seu modelo precisar de uma fórmula matemática, você pode simplesmente inseri-la. Usando ferramentas como geometria parametrizada, criação de malha interativa e sequências de métodos de resolução personalizadas, você pode adaptar rapidamente as reviravoltas e fluxos de suas necessidades. O caráter flexível do ambiente COMSOL Desktop facilita novas análises ao tornar casos condicionais fáceis de configurar e executar. Você pode levar sua simulação ao nível da produção otimizando qualquer aspecto de seu modelo. Varreduras de parâmetros e funções objetivas para otimização podem ser executadas diretamente na interface do usuário. Do início ao fim, o COMSOL Multiphysics é uma ferramenta completa para a solução de seus problemas.

## Trademarks

---

COMSOL, COMSOL Multiphysics, COMSOL Desktop, COMSOL Server, e LiveLink são marcas registradas ou marcas da COMSOL AB. MATLAB é uma marca registrada da The MathWorks, Inc. Microsoft, Excel e Windows são marcas registradas ou marcas da Microsoft Corporation dos Estados Unidos da América e/ou outros países. Java é uma marca registrada da Oracle e/ou suas afiliadas. Parasolid é uma marca registrada da Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. ou suas subsidiárias nos Estados Unidos da América e em outros países. Mac, Macintosh e OS X são marcas registradas da Apple Inc., registradas nos EUA e outros países. Linux é uma marca registrada de Linus Torvalds. Android é uma marca registrada

da Inc. iOS é uma marca registrada da Cisco nos EUA e outros países. NASTRAN é uma marca registrada da NASA. Todas as outras marcas são propriedades de seus respectivos proprietários e a COMSOL AB e suas subsidiárias e produtos não são afiliadas com, endossadas, patrocinadas, ou apoiadas por estas ou pelos proprietários de marcas que não são da COMSOL . Para uma listas de tais proprietários das marcas, acesse [www.brcomsol.com/trademarks](http://www.brcomsol.com/trademarks).