



# Módulo de Ensino

Som

Todos os materiais e detalhes de contato podem ser encontrados nos sites do projeto, bem como no perfil do projeto Erasmus+.

<https://sites.google.com/campus.ul.pt/hands-on-remote-language/home>  
<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>

## Equipa de desenvolvimento

- Marion Pellowski and Lorenz Kampschulte, Deutsches Museum, Munich, Germany
- Pedro Reis, Mónica Baptista, Luís Alexandre da Fonseca Tinoca, Lisbon University, Institute of Education, Lisbon, Portugal
- Wojciech Karcz, Adam Zahler, Anna Strzeszewska-Potyrała, Karolina Klimaszewska, Copernicus Science Center, Warsaw, Poland
- Miriam Voss, Mike Kramler, Marion Pellowski, Technical University Munich, Munich, Germany

## Declaração

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um endosso do conteúdo, o qual reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nela contidas.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

## Imprint

Autores Pedro Reis, Mónica Baptista, Luís Tinoca, Lisbon University, Institute for Education, Lisbon, Portugal

Deutsches Museum, Munich, Germany  
Layout & Design: Michał Romański  
Print: February 2023



Este trabalho está licenciado sob uma Licença Internacional Creative Commons Attribution 4.0. Elementos marcados como citações podem estar sujeitos a outras licenças.

# INDICE

1	Introdução.....	3
	Objetivos gerais .....	3
	Racional Didático.....	3
	Comunidade e colaboração digital .....	4
	Breve sumário.....	4
	Integração curricular .....	5
	Overview da sequência do módulo .....	6
2	Sequência de aprendizagem.....	7
2.1	Unidade 1 – Instrumentos musicais.....	7
	Tarefa dos alunos .....	7
	Guia do Professor .....	8
2.2	Unidade 2 – Nível sonoro .....	10
	Tarefa dos alunos .....	10
	Guia do Professor .....	10
2.3	Unidade 3 – Isolamento acústico .....	12
	Tarefa dos alunos .....	12
	Guia do Professor .....	12
2.4	Unidade 4 – Microfone .....	15
	Tarefa dos alunos .....	15
	Guia do Professor .....	16



## Objetivos gerais

Este módulo permite aos estudantes:

- Construir diferentes tipos de instrumentos musicais, explicar como os instrumentos produzem e transmitem som, bem como compreender os atributos sonoros;
- Medir o nível de som em diferentes locais de suas casas ou escola;
- Medir a taxa de redução da intensidade sonora de um modelo para concluir que alguns materiais são mais isolantes sonoros do que outros;
- Construir um microfone com materiais do dia-a-dia;
- Desenvolver trabalho "prático" mesmo em condições de pandemia;
- Usar simulações online ou outras APP para promover a aprendizagem colaborativa.

Além disso, os alunos têm a oportunidade de desenvolver muitas competências de investigação, como: formular hipóteses; planejar uma investigação; realizar a investigação e registrar os dados; organizar e analisar os dados coletados; testar a hipótese; e tirar conclusões. Este módulo pode enriquecer as literacias científicas e digitais dos alunos.

## Racional Didático

O som é um fenómeno do nosso quotidiano e é um tópico da física. A exploração deste módulo é guiada por grandes ideias (por exemplo, relacionadas com propriedades do som e efeitos do som). Para explorar estas grandes ideias, pretendemos usar situações relacionadas com a vida real (por exemplo, microfones, audiogramas, etc.) que normalmente são de interesse para os alunos. Além disso, usamos o ensino por investigação como abordagem pedagógica. Assim, os alunos estarão envolvidos em várias práticas de ciência e engenharia: colocar questões e resolver problemas, desenvolver modelos, construir explicações e projetar soluções, usando diferentes fontes de informação,



recolhendo e processando informação/dados e obtendo e comunicando resultados. No módulo, também pretendemos recorrer a várias configurações da sala de aula e oferecer aos alunos a oportunidade de aprender tendo em conta as suas necessidades.

## Comunidade e colaboração digital

Durante a implementação deste módulo, os alunos trabalharão em grupo. Para isso, a fim de promover a interação dos alunos, os professores podem usar ferramentas como o ZOOM, Google Meet e Skype, fornecendo contextos de aprendizagem síncronos (por exemplo, trabalho em grupo em salas diferentes). O trabalho em equipa em ambientes remotos funciona melhor com grupos de 3-4 alunos, onde cada um é responsável por tarefas/papéis específicos.



Ao mesmo tempo, os professores podem usar momentos síncronos para fornecer feedback oral e ajudar os alunos a superar as suas dificuldades. Os professores também podem usar essas ferramentas para prestar atenção às conceções dos alunos em relação ao som (alguns exemplos da literatura: som é uma unidade material de uma substância, som empurra as moléculas de ar na direção de sua propagação, som se move porque o ar o empurra, som se move como um líquido invisível). Durante as quatro atividades, também é possível usar o padlet para introduzir a atividade e também para fazer perguntas introdutórias a fim de detetar e discutir as conceções alternativas dos alunos. Os professores também podem usar outras ferramentas onde os alunos podem discutir em chats ou fóruns de discussão, como a plataforma Moodle ou o Google Docs. Por exemplo, os alunos podem partilhar as suas hipóteses, os planos de investigação, os dados recolhidos, as descobertas e as conclusões usando um fórum no Moodle ou no Google Docs.

## Breve sumário

O módulo sobre Som inclui quatro atividades, intituladas: Instrumentos musicais, Nível sonoro, Isolamento acústico e Microfones. 'Instrumentos musicais' é uma atividade prática.

Durante a atividade, os alunos constroem instrumentos musicais com materiais do dia-a-dia e estudam as ondas sonoras associadas aos seus instrumentos. Em seguida, os alunos abrem um simulador de 'Ondas sonoras' e, usando 'Ouvir de uma única fonte', recriam sons e associam a um instrumento musical construído. Na atividade 'Nível sonoro', os alunos são convidados a medir o nível de som em diferentes estações de suas casas ou escola. Assim, os alunos devem definir diferentes estações de medição em diferentes locais em casa ou na escola e usar seus celulares/tablets com o aplicativo que permite fazer medições. Durante a atividade 'Isolamento acústico', os alunos devem resolver o seguinte problema: 'O que os dois irmãos farão para isolar acusticamente a parede do quarto e reduzir o ruído produzido no festival?' Para isso, usando uma aplicação, os alunos medem a taxa de redução da intensidade do som de um modelo para concluir que alguns materiais são mais isolantes do que outros. Finalmente, na atividade 'Microfones', os alunos constroem um microfone. Antes disso, os alunos podem visualizar um vídeo sobre microfones e sua construção usando materiais simples.

## Integração curricular

Este módulo é recomendado para alunos do 8º ao 9º ano (com idade entre 13 e 15 anos) e tem uma duração esperada de 12 horas no total. O professor pode selecionar as atividades a serem desenvolvidas pelos alunos.

## Overview da sequência do módulo

Módulo de ensino

### Som

Os estudantes constroem diferentes tipos de instrumentos musicais, medem o nível sonoro, medem a taxa de redução da intensidade sonora de um modelo, e constroem um microfone

Módulo principal de ensino			Unidade adicional / opcional
			para estudantes de 16 a 18 anos de idade
Unidade 1	Unidade 2	Unidade 3	Unidade 4
<b>Instrumentos musicais</b> <b>Objetivo:</b> Aprender sobre produção de som, transmissão e atributos sonoros <b>Tarefa:</b> Construção de instrumentos musicais e conhecer a simulação em linha	<b>Nível de som</b> <b>Objetivo:</b> Aprender sobre o nível de som <b>Tarefa:</b> Utilizando um APP, os estudantes medem o nível de som em diferentes estações das suas casas ou escolas.	<b>Isolamento acústico</b> <b>Objetivo:</b> Aprender a isolar o som <b>Tarefa:</b> Utilizando um aplicativo, os estudantes medem a taxa de redução da intensidade sonora de um modelo para concluir que alguns materiais são mais isolantes do que outros.	<b>Microfone</b> <b>Objetivo:</b> aprender sobre a lei de Faraday (ou indução eletromagnética), ondas sonoras, campos magnéticos e elétricos. <b>Tarefa:</b> Usando uma aplicação ou um vídeo, os estudantes constroem um microfone com materiais do dia-a-dia. A partir deste artefacto, eles explicam a função dos materiais utilizados, bem como o funcionamento do seu próprio microfone.

## 2 Sequência de aprendizagem

### 2.1 Unidade 1 – Instrumentos musicais



#### Tarefa dos alunos



1. Constrói um instrumento musical com materiais comuns do dia-a-dia.
2. Estuda as ondas sonoras associadas ao teu instrumento. Abre o simulador 'Ondas Sonoras'. Usando a opção 'Ouvir de uma única fonte', recria os sons na tabela e associe um instrumento musical. Não se esqueça de marcar a caixa 'Ligar áudio'.

<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/sound>

Som	Instrumento musical	Explica como usaste o simulador para recriar o som	Desenha a representação que aparece no simulador
Caso A: Forte e agudo			
Caso B: Fraco e grave			
Caso C: High and agudo			
Caso D: Fraco and grave			

3. Representa graficamente cada uma das representações desenhadas na questão anterior.



**Objetivos:** Usando materiais do dia a dia, os alunos constroem diferentes tipos de instrumentos musicais e explicam como os instrumentos produzem e transmitem som. Além disso, esta atividade permite que os alunos associem: os termos AGUDO e GRAVE a um atributo do som chamado tom e os termos FORTE e FRACO a um atributo do som chamado intensidade; a altura à frequência de uma onda sonora e a intensidade à amplitude de uma onda sonora; som agudo com onda sonora de alta frequência; som grave com onda sonora de baixa frequência; sons altos com onda sonora de alta amplitude e sons suaves com onda sonora de baixa amplitude.

**Tópicos abordados:** categorias de instrumentos musicais, produção de som, transmissão de som, atributos de som (altura e intensidade) e ondas sonoras.

**Duração:** Duas aulas (2 x 90 minutos) e trabalho independente dos alunos em casa.



### Solução

#### Questão 1

**Materiais:** materiais do dia a dia (como colheres, copos, caixas de sapato, copos de iogurte, latas de tinta, etc).

**Critérios de design:** como turma, os alunos constroem diferentes categorias de instrumentos (instrumentos de corda, percussão e sopro) e os instrumentos devem ser capazes de produzir pelo menos dois sons diferentes (agudo e grave).

#### Questão 2

O simulador permite explorar os atributos do som - altura e intensidade. As simulações Java funcionam na maioria dos sistemas PC, Mac e Linux. Os alunos usam o simulador em casa, variando a frequência ou amplitude de uma onda sonora representada no simulador, em termos de variação de pressão. Em seguida, associam os sons produzidos pelo simulador aos instrumentos musicais construídos. Para cada instrumento musical, os alunos devem preencher a tabela (ver exemplo de resposta dos alunos - Figura 1). Na tabela, os alunos explicam

como reproduzem os sons (variando a amplitude, frequência ou ambos) e fazem a representação que aparece no simulador para cada som.





Som	Exemplo de um objeto que faça este som	Expliquem como utilizaram o simulador para recriar o som	Desenhem a representação que aparece no simulador
Caso A: Forte e Agudo	Sirene	amplitude e frequência no máximo	
Caso B: Fraco e Agudo	flauta transversal	amplitude baixa e frequência no máximo	
Caso C: Forte e Grave	tambor	frequência baixa e amplitude no máximo	
Caso D: Fraco e Grave	voz rouca de pessoa com voz grossa	frequência e amplitude baixas	

Figura 1 – Exemplo de respostas de alunos

### Questão 3

Os alunos representam graficamente (representação sinusoidal) os sons que reproduziram no simulador (veja o exemplo de resposta dos alunos na figura 2), associando as características da onda sonora - amplitude e frequência - à intensidade e à altura do som.

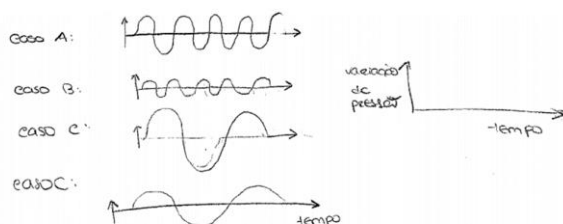


Figura 2 – Exemplo de respostas de alunos



## 2.2 Unidade 2 – Nível sonoro

### Tarefa dos alunos



1. Em casa ou na escola, identificar as estações de interesse (salas de aula, cozinha, etc.) e prever os níveis de som esperados nas diferentes fontes.

2. Usando uma aplicação, medir os níveis de som nas diferentes estações identificadas e coletar dados no seu celular.

3. Registrar os dados numa tabela.

Fonte/estação	Nível sonoro (dB)	Tempo

4. Discute os dados recolhidos, ou seja, o que os dados significam. Os dados suportam as vossas previsões? Repetiram a medição? Porquê? Quantas vezes?

5. Tirem conclusões.

### Guia do Professor



Objetivos: Usando uma APP, os alunos medem o nível sonoro em diferentes estações das suas casas ou escolas.

Tópicos abordados: Nível sonoro

Duração: Duas aulas (2 x 90 minutos) e trabalho autónomo dos alunos em casa ou trabalho em grupo na escola.

Material: Cada aluno/grupo precisa de um smartphone ou tablet com uma aplicação de monitorização de ruído (por exemplo, Sound Meter – Noise Meter).

#### Questão 1

Os alunos selecionam em casa ou na escola várias estações para medir o nível sonoro. Os alunos devem levar em conta como e onde as medições devem ser feitas. Os alunos devem definir diferentes estações de medição em locais diferentes em casa ou na escola, e usar seus telemóveis/tablets com a aplicação que lhes permite fazer medições (Sound Meter – Noise Meter).

#### Questões 2 e 3

Os alunos usam a aplicação (Sound Meter – Noise Meter) para medir o nível de som. Os alunos devem levar em consideração:

- I. Quando a aplicação é aberta, começa a medir o nível de som, mas os alunos precisam calibrar os valores;
- II. Os alunos devem clicar em "Iniciar" para começar a gravar as medições. Para cada área de interesse identificada, os alunos devem recolher dados durante pelo menos 5 minutos. Depois disso, param e registam o valor médio.

#### Questão 4

Após a recolha de dados, os professores discutem com os alunos as seguintes questões: – Quanto tempo mediram o nível de som em cada fonte de interesse identificada? (Pelo menos 5 minutos para obter dados úteis.) – Repetiram a medição? Porquê? Quantas vezes?

#### Questão 5

Os alunos devem comparar os valores obtidos em cada uma das estações e encontrar justificações para as diferenças encontradas. Os alunos também podem concluir que o nível sonoro é uma escala que relaciona a intensidade de um determinado som com a intensidade do som mais fraco que podemos ouvir. O nível de som pode ser medido com um medidor do nível sonoro.

## 2.3 Unidade 3 – Isolamento acústico



### Tarefa dos alunos



Em várias capitais europeias, um festival de música eletrónica tem acontecido há alguns anos. Este festival acontece, pela primeira vez este ano, em Lisboa. O Smith e a Nicole vivem perto do local do festival. Este ano, vão fazer um interrail, que começa ao amanhecer, num dos dias do festival. Portanto, os dois irmãos têm que se levantar muito cedo. Antecipadamente, planearam dormir, no dia antes de partirem, na casa dos avós, para dormir sem barulho. No entanto, os dois irmãos leram na internet como podem isolar acusticamente uma das paredes do quarto deles, para não terem que sair de casa no dia antes do interrail. O que farão os dois irmãos para isolar acusticamente a parede do quarto e reduzir o ruído produzido pelo festival?

1. Formula uma hipótese que permita responder à questão.
2. Planeia uma investigação para testar a hipótese (descreva em detalhe todos os passos, incluindo as variáveis de estudo). Usa um modelo.
3. Realiza a sua investigação e registe os dados.
4. Organiza e analisa os dados coletados.
5. Testa a hipótese determinando a taxa de redução de intensidade sonora do modelo.
6. Compara a taxa de redução de intensidade sonora do modelo obtida por todos os grupos. Tira uma conclusão sobre o melhor material de isolamento sonoro.

### Guia do Professor



Objetivos: Usando uma aplicação, os alunos medem a taxa de redução da intensidade sonora de um modelo para concluir que alguns materiais são mais isolantes acústicos do que outros.

Tópicos abordados: nível sonoro, materiais isolantes acústicos, redução de ruído ou poluição sonora.

Duração: Duas aulas (2 x 90 min.) e trabalho autónomo dos alunos em casa ou trabalho de grupo na escola.

Material: Cada aluno/grupo precisa de um smartphone ou tablet com uma aplicação de monitorização de ruído (por exemplo, Sound Meter – Noise Meter), uma fonte sonora que pode ser um smartphone, uma pequena caixa de cartão (por exemplo, caixa de sapatos), materiais de isolamento sonoro do dia-a-dia (por exemplo, cartão, caixas de ovos, espuma de poliestireno, plástico bolha, esponja, etc.)

#### Questão 1

A hipótese formulada depende do material selecionado. Os alunos precisam selecionar o material de isolamento sonoro a ser usado na investigação. Os grupos podem selecionar diferentes materiais de isolamento sonoro.

#### Questão 2

Os alunos devem planear uma investigação através da qual possam testar as suas hipóteses. Os alunos projetam uma "sala" – um modelo – como uma caixa de sapatos para isolar acusticamente (cada grupo pode escolher uma caixa de sapatos com uma dimensão e/ou materiais diferentes). A variável de dimensão da caixa de sapatos deve ser controlada, bem como a distância da fonte sonora para a parede isolada do modelo. Caso contrário, esta situação deve ser discutida ao comparar as taxas de redução da intensidade sonora para diferentes materiais isolantes.

#### Questão 3

Testar o modelo: (i) colocar um telemóvel para emitir um som com a mesma intensidade (ii) medir o volume do modelo (opcional); (iii) colocar o telemóvel – fonte sonora – dentro do modelo; (iv) medir a distância entre a fonte sonora e a parede interna do modelo (opcional); (v) recolher dados usando uma aplicação para medir o valor da intensidade sonora da fonte sonora, sob as mesmas condições de teste, sem material de isolamento. Recolher dados usando uma aplicação para medir o nível sonoro fora do modelo. Controlar a variável de distância da borda do modelo ao microfone do telemóvel localizado no exterior. Registrar 10 leituras.

#### Questões 4 e 5

Usar o valor médio das 10 leituras para determinar a taxa de redução da intensidade sonora (valor da intensidade sonora dentro do modelo - valor da intensidade sonora fora do modelo) / (valor da intensidade sonora dentro do modelo) X 100).

#### Questão 6

A conclusão do melhor isolante acústico dentro de todos os grupos requer o controlo das variáveis descritas na questão 4.

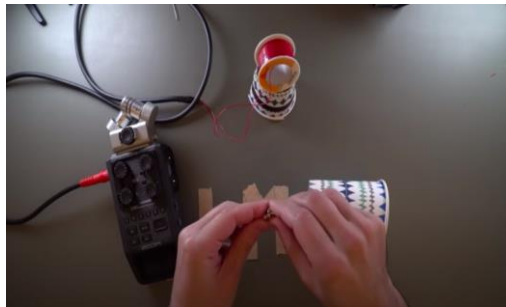
## 2.4 Unidade 4 – Microfone



### Tarefa dos alunos



Os microfones têm como objetivo transformar as ondas sonoras em sinais elétricos (por indução eletromagnética). Esses sinais elétricos, que têm o padrão das ondas sonoras, são utilizados em amplificadores, gravadores, telefones, aparelhos auditivos, radiodifusão, TV, entre outros. Existem vários tipos de microfones e alguns podem ser construídos até mesmo com materiais simples, como é exemplificado no vídeo seguinte.



<https://www.youtube.com/watch?v=1hU6wrR2J24>

1. Utilizando a aplicação ou o vídeo, seleciona materiais e construa o seu próprio microfone.
2. Explica a função de todos os materiais selecionados.
3. Explica como funciona o seu próprio microfone.

4. Escreve mudanças para o teu microfone para melhorar a sua eficácia.

5. Explica como é produzida eletricidade numa central hidroelétrica, com base no que aprendeste nas questões anteriores.

## Guia do Professor



Objetivos: Utilizando uma aplicação ou vídeo, os alunos constroem um microfone com materiais do dia a dia. A partir deste objeto, explicam a função dos materiais utilizados, bem como o funcionamento do seu próprio microfone.

Tópicos abordados: Lei de Faraday (ou indução eletromagnética), ondas sonoras, campos magnéticos e elétricos.

Duração: Dois tempos letivos (2 x 90 minutos) e trabalho autónomo dos alunos em casa ou trabalho de grupo na escola.

Materiais: Cada aluno/grupo precisa de:



- Um copo de papel ou plástico
- Um fio condutor elétrico fino
- Uma embalagem vazia de fita adesiva ou cola (rolo vazio)
- Alicates para cortar o fio condutor elétrico
- Uma faca de bolso ou tesoura para perfurar o rolo vazio
- Fita isolante
- Um ímã
- Um fio de algodão

Questão 1, 2 e 3

Os alunos constroem um microfone e descrevem a função dos materiais utilizados:

- A base do copo de papel - membrana - vibra devido à propagação de ondas sonoras criadas pelas cordas vocais dos alunos.

- A vibração da membrana transmite um padrão de ondas sonoras para o fio de algodão.
- Este padrão propaga-se pelo fio de algodão fazendo vibrar o íman no interior da bobina (o fio condutor elétrico enrolado em voltas na embalagem vazia de fita adesiva é uma bobina).
- O movimento do íman no interior da bobina produz um campo magnético alternado (que muda de direção no tempo). O microfone aproveita este fenómeno. A variação do campo magnético (que segue o padrão de vibração das ondas sonoras) cria um campo elétrico no fio condutor elétrico.

#### Questão 4

Existem muitas possibilidades de melhorar a eficácia do microfone dos alunos. Por exemplo, se a base do copo de papel for substituída por um plástico de um balão, é possível melhorar a transmissão de ondas sonoras para o fio de algodão e para o íman.

#### Questão 5

Numa central hidroelétrica, a transformação da energia potencial da água em energia cinética provoca o movimento de grandes ímanes no interior das bobinas, criando um campo magnético alternado, que, por sua vez, cria um campo elétrico nos fios condutores elétricos da bobina. A energia elétrica é transferida por cabos elétricos para a rede elétrica.

#### **Avaliação dos alunos**



Com este módulo, os alunos podem desenvolver muitas competências, como planejar investigações e trabalhar colaborativamente. Os métodos de avaliação propostos incluem observação do professor, artefactos dos alunos e autoavaliação e avaliação pelos pares.

## Competências: Planear investigações

<i>Emergente</i>	<i>Em desenvolvimento</i>	<i>Consolidado</i>	<i>Estendido</i>
O desenho da investigação não está relacionado com a hipótese/pergunta ou contém graves erros. Há problemas com o procedimento experimental.	O desenho da investigação é construído incorretamente com base na hipótese/pergunta. Algumas etapas da experiência são descritas, mas alguns detalhes cruciais são omitidos.	O desenho da investigação é razoavelmente construído com base na hipótese; a experiência fornece uma resposta à pergunta da pesquisa. As etapas da experiência são descritas.	O desenho da investigação é apropriadamente construído com base na hipótese; a experiência fornece uma resposta completa à pergunta da pesquisa. As etapas individuais da experiência são descritas com precisão.

## Atitudes: Trabalhar colaborativamente

<i>Emergente</i>	<i>Em desenvolvimento</i>	<i>Consolidado</i>	<i>Estendido</i>
Observa e aceita as propostas dos colegas, mas não faz nenhuma sugestão. Apenas aceita o que os colegas estão fazendo (devido a dificuldades nas relações interpessoais).	Participa na estruturação do trabalho do grupo, mas contribui apenas com uma ou duas sugestões (devido a dificuldades nas relações interpessoais).	Participa na estruturação do trabalho do grupo e contribui com sugestões positivas para uma dinâmica produtiva no grupo.	Participa na estruturação do trabalho do grupo e contribui significativamente para uma dinâmica produtiva no grupo, criando interações pessoais positivas.

([www.sails-project.eu](http://www.sails-project.eu))



Technische Universität München

Todos os materiais estão acessíveis em:

<https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-DE02-KA226-VET-008295>

O projeto Hands-on Remote é financiado por Erasmus+ KA226 Partnerships for Digital Education Readiness program (2020-1-DE02-KA226-VET-008295)

Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

