

Universidade do Minho

2003/04		1.º Semestre	2.º Semestre	Anual
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISCIPLINAS	Métodos de Programação I (5303O7) + Métodos de Programação I (7003N5)	DOCENTE J.N. Oliveira – 406006		
CURSOS	LESI + LMCC			

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.09.25 5.ª-feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)</p>	<p>Apresentação da disciplina. Equipa docente. Programa da disciplina e seu enquadramento no plano de estudos. Teoria e método em programação. Arquitectura do “software”. Composicionalidade. Introdução à Programação funcional. Regime de avaliação. Bibliografia. Informação electrónica sobre a disciplina: URL: http://www.di.uminho.pt/~jno/html/mpi.html. Conceito de função. A função como contrato. Diagramas de blocos. Domínio e codomínio de uma função. Diagramas funcionais. Setas $A \xrightarrow{f} B$. Notação funcional com ou sem variáveis. <i>Início do estudo dos combinadores de programas funcionais:</i> A composição $f \cdot g$ como combinador elementar de funções. Associatividade da composição: $f \cdot (g \cdot h) = (f \cdot g) \cdot h$. Função identidade id. O polimorfismo de id e a propriedade $f \cdot id = id \cdot f = f$ e seu diagramas comutativo.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.09.30 3.ª-feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> O combinador $\langle f, g \rangle$ e o produto $A \times B$ (analogia com “struct” em C) e suas projecções. O combinador $[f, g]$ e o coproduto $A+B$ (analogia com “union” em C) e suas injecções. Propriedades de cancelamento-\times e cancelamento-$+$. Propriedades de fusão-\times e fusão-$+$.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.10.02 5.ª-feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> Os combinadores $f \times g$ e $f + g$. Propriedades de absorção-$+$, \times. Propriedades universais de $\langle f, g \rangle$ e de $[f, g]$.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.07 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> Apresentação da extensão <code>Mpi.hs</code> ao <code>Prelude.hs</code> do <i>Hugs 98</i>. Propriedades de reflexão-\times e reflexão-$+$. Lei da troca. Diagrama da lei da troca. Introdução à noção de isomorfismo entre tipos de dados. Motivação: a função $swap = \langle \pi_2, \pi_1 \rangle$, sua propriedade involutiva ($swap \cdot swap = id$) e o isomorfismo $A \times B \cong B \times A$.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.09 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.)</i> : Funções bijectivas ou isomorfismos. Funções inversas. Exemplo de aplicação da lei da troca: <i>undistr</i> e o isomorfismo $(A \times B) + (A \times C) \cong A \times (B + C)$. Tipos elementares genéricos: <code>0</code>, <code>1</code> e <code>2</code> (resp. <code>Void</code>, <code>()</code> e <code>Bool</code> em <i>HASKELL</i>). As funções $! : A \rightarrow 1$ e $? : 0 \rightarrow A$. Funções constantes. O combinador \underline{c}. Propriedades. Polimorfismo da função constante: $\underline{c} = \underline{c} \cdot f$. Outros isomorfismos: $A \times 1 \cong 1$, $A + 0 \cong 0$, $A \times 0 \cong 0$, etc.</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.14 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<p><i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> O isomorfismo $A + A \cong A \times 2$ e sua utilização na definição do combinador condicional de McCarthy. Predicados e guardas. Enunciado das leis de fusão do condicional de McCarthy:</p> $f \cdot (p \rightarrow g, h) = p \rightarrow f \cdot g, f \cdot h$ $(p \rightarrow f, g) \cdot h = (p \cdot h) \rightarrow (f \cdot h), (g \cdot h).$ <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.16 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	<p>Não houve aula (dispensa de aulas devida aos festejos académicos e do Simpósio Doutoral do Departamento de Informática).</p> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.21 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	Não houve aula (greve dos alunos; a aula foi substituída por uma sessão de dúvidas para os (poucos) alunos que se encontravam na sala). O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.23 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	<i>Estudo dos combinadores de programas funcionais (cont.):</i> O isomorfismo $A \times A \cong A^2$ como motivação para o estudo da exponenciação B^A e os seus isomorfismos (eg. <i>curry</i> , <i>split</i> , <i>either</i> , etc). Funções de ordem superior. Noção de espaço funcional. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.28 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<i>Introdução aos tipos de dados indutivos</i> : Noção de estratégia indutiva. Tipos de dados recursivos vistos como equações. Expressões polinomiais de tipo. “Resolução” da equação (em X) $X \cong A + A \times X$. Noção de <i>catamorfismo</i> de um tipo e sua analogia com combinadores de tipo <code>fold</code> . O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.10.30 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	Continuação da aula anterior. “Resolução” da equação (em X) $X \cong 1 + A \times X$. Noção de <i>anamorfismo</i> de um tipo e sua analogia com combinadores de tipo <code>unfold</code> . Noção de <i>hilomorfismo</i> e princípio da <i>hilo-factorização</i> algorítmica. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.04 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<i>Introdução aos tipos indutivos (cont.)</i> : Apresentação do módulo <code>RList.hs</code> . Estudo da triologia <i>cata-ana-hilo</i> associada ao tipo <code>RList</code> . O algoritmo de cálculo do quadrado de um número visto como hilomorfismo sobre a estrutura <code>RList a</code> . O algoritmo de ordenação por inserção simples <code>iSort</code> visto como hilomorfismo sobre a estrutura <code>RList a</code> . O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.06 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	<p><i>Apresentação do módulo BTree.hs</i> : Estudo da triologia <i>cata-ana-hilo</i> associada ao tipo BTree. Exemplo: o hilomorfismo qSort ('quick sort'). e o hilomorfismo hanoi (torres de Hanói).</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.11 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<p><i>Apresentação do módulo LTree.hs</i> : Estudo da triologia <i>cata-ana-hilo</i> associada ao tipo LTree. Exemplos: os hilomorfismos dfac (<i>duplo factorial</i>) e fib (<i>série de Fibonacci</i>). O hilomorfismo mSort ('merge sort').</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO																																
Teórica 03.11.13 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	<p>Classificação algorítmica. Quadro sinóptico dos principais algoritmos analisados e estudados ao longo da disciplina:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Classe</th> <th>B(A,X)</th> <th>Serialização</th> <th>Ordenação</th> <th>Inversão</th> <th>Factorial</th> <th>Quadrado</th> <th>Outros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>RList</i></td> <td>$1 + A \times X$</td> <td><i>cRList2h</i></td> <td><i>iSort</i></td> <td><i>invl</i></td> <td><i>fac</i></td> <td><i>sq</i></td> <td><i>look</i></td> </tr> <tr> <td><i>BTree</i></td> <td>$1 + A \times X^2$</td> <td><i>in/pr/pos</i></td> <td><i>qSort</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><i>hanoi, traces</i></td> </tr> <tr> <td><i>LTree</i></td> <td>$A + X^2$</td> <td><i>tips</i></td> <td><i>mSort</i></td> <td><i>invLTree</i></td> <td><i>dfac</i></td> <td><i>dsq</i></td> <td><i>fib</i></td> </tr> </tbody> </table> <p>O DOCENTE _____</p>	Classe	B(A,X)	Serialização	Ordenação	Inversão	Factorial	Quadrado	Outros	<i>RList</i>	$1 + A \times X$	<i>cRList2h</i>	<i>iSort</i>	<i>invl</i>	<i>fac</i>	<i>sq</i>	<i>look</i>	<i>BTree</i>	$1 + A \times X^2$	<i>in/pr/pos</i>	<i>qSort</i>				<i>hanoi, traces</i>	<i>LTree</i>	$A + X^2$	<i>tips</i>	<i>mSort</i>	<i>invLTree</i>	<i>dfac</i>	<i>dsq</i>	<i>fib</i>
Classe	B(A,X)	Serialização	Ordenação	Inversão	Factorial	Quadrado	Outros																										
<i>RList</i>	$1 + A \times X$	<i>cRList2h</i>	<i>iSort</i>	<i>invl</i>	<i>fac</i>	<i>sq</i>	<i>look</i>																										
<i>BTree</i>	$1 + A \times X^2$	<i>in/pr/pos</i>	<i>qSort</i>				<i>hanoi, traces</i>																										
<i>LTree</i>	$A + X^2$	<i>tips</i>	<i>mSort</i>	<i>invLTree</i>	<i>dfac</i>	<i>dsq</i>	<i>fib</i>																										

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.18 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<p><i>Noções de functor e bifunctor</i> : Parametrização e polimorfismo. Introdução ao conceito de <i>functor de tipo</i> ('type functor'). Noção de functor. Propriedades functoriais. Exemplos simples: functor identidade e functor constante. Functores em HASKELL: a class Functor e o operador fmap. Síntese de fmap para o tipo LTree como um catamorfismo.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.20 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	<p><i>Noções de functor e bifunctor (cont.)</i> : Noção de bi-functor. Propriedades. Bi-funtores em HASKELL: a class BiFunctor e o operador bmap. Exemplos: bifuntores produto e coproduto. Functores polinomiais. Propriedades naturais.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.25 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	Definição genérica de um tipo indutivo de dados. Noção de <i>functor de base</i> . Operadores fmap vs catamorfismos: Politipismo da definição $T a \cong B(a, T a)$ de um tipo indutivo genérico paramétrico. Noção de <i>functor de tipo</i> e sua formulação genérica como o catamorfismo $T f \stackrel{\text{def}}{=} (\text{in} \cdot B(f, \text{id}))$. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.11.27 5. ^a -feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)	Propriedade universal de um catamorfismo $(\downarrow f)$ do tipo genérico $T a \cong B(a, T a)$ $k = (\downarrow \alpha) \Leftrightarrow k \cdot \text{in} = \alpha \cdot F k \quad (1)$ e suas derivadas: cancelamento-cata e reflexão-cata. Derivação da lei genérica de fusão-cata: $f \cdot (\downarrow \alpha) = (\downarrow \beta) \quad \text{if} \quad f \cdot \alpha = \beta \cdot F f \quad (2)$ Apresentação da lei genérica de absorção-cata. Cálculo de programas e objetivos. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
Teórica 03.12.02 3. ^a -feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)	<i>Introdução à composição funcional monádica</i> : Motivação: funções parciais e sua composição. Multi-funções (funções que dão listas como resultado) e sua composição. Definição da composição $f \bullet g$ em ambos os casos. O DOCENTE _____

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.12.04 5.^a-feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Composição funcional monádica</i> : Definição formal. Composição e sua unidade. Os operadores μ e u e suas propriedades. Mónadas versus funtores. Regra geral para a composição monádica:</p> $f \bullet g \stackrel{\text{def}}{=} \mu \cdot F f \cdot g \quad (3)$ <p>Exemplos: listas e Maybe. Mónadas em HASKELL—a class Monad e os operadores return e (>>=):</p> $x >>= f \stackrel{\text{def}}{=} (\mu \cdot F f)x \quad (4)$ <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.12.09 3.^a-feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Mónadas em HASKELL— a class Monad (cont.)</i> : O operador (>>)</p> $x >> y \stackrel{\text{def}}{=} x >>= \underline{y}$ <p>e a notação do:</p> $\text{do } x_1; x_2; \dots; x_n \stackrel{\text{def}}{=} x_1 >> \text{do } x_2; \dots; x_n$ $\text{do } a \leftarrow x_1; x_2; \dots; x_n \stackrel{\text{def}}{=} x_1 >>= \lambda a. (\text{do } x_2; \dots; x_n)$ <p>Exemplos: listas e Maybe.</p> $[1, 2, 3] >> [4, 5] = [4, 5, 4, 5, 4, 5]$ $\text{Nothing} >> \text{Just } 1 = \text{Nothing}$ $\text{Just } 2 >> \text{Just } 1 = \text{Just } 1$ <p>Explicação da notação em compreensão, eg.</p> $[a^2 \mid a \leftarrow [1, 2, 3]]$ $\begin{aligned} & \text{do } a \leftarrow [1, 2, 3]; [a^2] \\ &= [1, 2, 3] >>= \lambda a. [a^2] \\ &= \text{concat}((\lambda a. [a^2])^* [1, 2, 3]) \\ &= \text{concat}([1], [4], [9]) \\ &= [1, 4, 9] \end{aligned}$ <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.12.11 5.^a-feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Programação funcional monádica (cont.)</i>: Definição <code>fmap f x = do { a <- x ; return (f a) }</code> e prova do facto</p> $\text{do } \{ a \leftarrow x ; \text{return}(f a) \} = (F f) x \quad (5)$ <p>válido para toda a mónade F:</p> $\begin{aligned} & \text{do } \{ a \leftarrow x ; \text{return}(f a) \} \\ = & \quad \{ \text{definição de } \text{do} \} \\ & x \gg= \lambda a. \text{return}(f a) \\ = & \quad \{ \text{passagem a "pointfree"} \} \\ & x \gg= (\text{return} \cdot f) \\ = & \quad \{ \text{definição de } \gg= (4) \} \\ & (\mu \cdot F(\text{return} \cdot f))x \\ = & \quad \{ \text{functor } F \} \\ & (\mu \cdot (F \text{return}) \cdot (F f))x \\ = & \quad \{ \text{lei } \mu \cdot u = \mu \cdot F u = id \} \\ & (id \cdot (F f))x \\ = & \quad \{ \text{identidade} \} \\ & (F f)x \end{aligned}$ <p>Apresentação da mónada de IO e explicação de</p> <pre>instance Functor IO where fmap f x = x >>= (return . f)</pre> <p>no contexto de</p> <pre>instance Monad IO where (>>=) = primbindIO return = primretIO</pre> <p style="text-align: right;">O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.12.16 3.^a-feira, 16h00–17h00 Sala CP1-A3 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Programação funcional monádica (conclusão)</i> : Generalização de (4) à promoção monádica de operações n-árias. Exemplos: listas, Maybe e IO. Apresentação da mónada de estado. Noção de autómato (determinístico). Functor exponencial. Funções monádicas envolvendo exponenciais. Manipulação de erros e mecanismos de excepção (“exception handling”). Função de transição de estado e sua codificação usando exponenciais. Exemplos: autómatos de gestão “multibanco” e “telemóvel”.</p> <p>O DOCENTE _____</p>

AULA	SUMÁRIO
<p>Teórica 03.12.18 5.^a-feira, 11h00–12h00 Sala C2/A102 (LESI+LMCC)</p>	<p><i>Conclusão</i> : Preenchimento do questionário de avaliação. Síntese final. Revisão dos sumários. Articulação da disciplina com outras que se lhe seguem no plano de estudos. Encerramento da disciplina.</p> <p>O DOCENTE _____</p>