

5ª jornada de residents de la SCFM
11 de novembre de 2016
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau



Scripting en sistemes de planificació

Artur Latorre Musoll

alatorre@santpau.cat

Coordinador del grup de treball de la SCFM



Què és un *script*?

Scripts

- Programes “curts” (≈ milers de línies de codi).
- Automatitzen tasques.
- S’executen en un entorn *run-time* d’un altre programa.
- Habitualment estan escrits en llenguatges de programació *interpretats*.

Exemples:

- Excel (MS)
Visual Basic for Applications (macros).
- ImageJ (NIH)
ImageJ macro Language (macros).
Java (plugins).
JavaScript (scripts)
- MATLAB (Mathworks)
MATLAB language (scripts).



Què és una API?

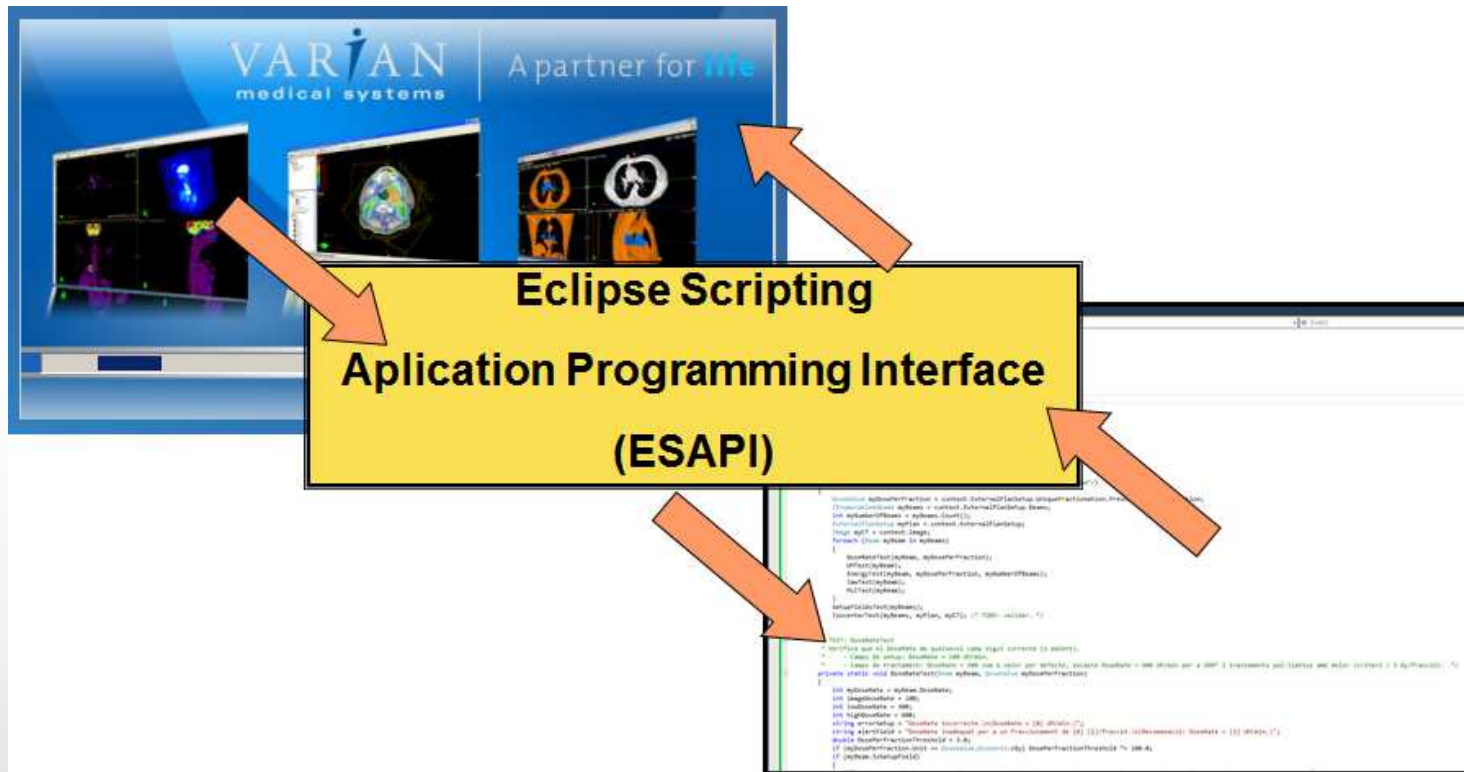
Application Programming Interface (API).

- Interfície d'interacció entre programes o *entre programa i programador.*
- La API *exposa* objectes o accions fent abstracció de la seva implementació.
- Proporciona *accés a dades i funcions* del programa contra el que fem *scripting.*



Des de quan?

Per defecte, Eclipse admet *scripting* des de la versió 11.



Què podem fer amb *scripting*?

Controls de qualitat via software (*minimització d'errors humans*):

- *TPS & Commissioning*: canvis de versió d'algorismes. ▶
- *Contouring*: contorns segons protocol i anàlisi d'integritat.
- *Treatment Planning*: *check-list* de planificacions dosimètriques. ▶
- *Càlcul de dosi*: verificació independent d'UM.

Informes dosimètrics automàtics: ▶

- *PTV*: criteris de cobertura, homogeneïtat, conformació.
- *OAR*: límits de dosi (PASS/FAIL).



Què podem fer amb *scripting*?

Explotació de la base de dades ARIA (*mineria de dades*):

- Consultes a demanda.
- Recerca clínica aplicada.

Eines d'administració i gestió:

- Facturació.
- Supervisió de pacients en curs (pacients *perduts*, control de *temps d'espera*, etc.)
- Alertes automàtiques.

Portal Dosimetry Scripting API, SmartAdapt Scripting API

- Control qualitat MLC automàtic (Portal Dosimetry).
- Control qualitat registre automàtic.



6



Exemple: *commissioning* de nous algorismes de càlcul de dosi

Mesures estat de referència inicial (dades *independents*):

Fotons (6 i 15 MV):

- Camps rectangulars: **38**
- Falques físiques: **36**
- Camps asimètrics i MLC: **34**
- Enhanced Dynamic Wedges: **63**
- Dynamic MLC: **7**

Electrons (6, 9, 12, 16 i 20 MeV):

- Aplicadors/DFS: **16**

3 acceleradors

Total: 1308 mesures

Campos	Prescripció de dosi	Alineacions de camp	Objetivos del plan	Objetivos de optimización	Estadísticas de dosis	Modelos de cálculo	Plan suma															
Gr...	ID campo	Técnica	Màquina/Energia	A...	Peso del ca...	Escala	Gantry Rtn (deg)	Coll Rtn (deg)	Couch Rtn (deg)	Cuifa	Field X [cm]	X1 [cm]	X2 [cm]	Field Y [cm]	Y1 [cm]	Y2 [cm]	X...	Y[cm]	Z...	Calcul... SSD [cm]	MU [UM]	Ref. D. [9s]
<input type="checkbox"/>	1a SSD100 FS5x5	STATI...	Clinac3_2100CD - ...		1.000	Varia...	0.0	0.0	0.0	Ningu...	5.0	+2.5	+2.5	5.0	+2.5	+...	0...	-20...	0...	100.0		
<input type="checkbox"/>	1b SSD100 FS8x8	STATI...	Clinac3_2100CD - ...		1.000	Varia...	0.0	0.0	0.0	Ningu...	8.0	+4.0	+4.0	8.0	+4.0	+...	0...	-20...	0...	100.0		
<input type="checkbox"/>	1c SSD100 FS15x6	STATI...	Clinac3_2100CD - ...		1.000	Varia...	0.0	0.0	0.0	Ningu...	15.0	+7.5	+7.5	6.0	+3.0	+...	0...	-20...	0...	100.0		
<input type="checkbox"/>	1dSSD100 FS15x...	STATI...	Clinac3_2100CD - ...		1.000	Varia...	0.0	0.0	0.0	Ningu...	15.0	+7.5	+7.5	10.0	+5.0	+...	0...	-20...	0...	100.0		
<input type="checkbox"/>	1e SSD100 FS20...	STATI...	Clinac3_2100CD - ...		1.000	Varia...	0.0	0.0	0.0	Ningu...	20.0	+1...	+1...	6.0	+3.0	+...	0...	-20...	0...	100.0		



Exemple: *commissioning* de nous algorismes de càlcul de dosi

L'*script* calcula *l'equivalència Gy/UM* de cada configuració i ho exporta a l'informe Excel amb els valors de referència:

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "Dosi en punts v13.5.35". The spreadsheet is organized into sections: Objectiu, Mesures, Càlcul, Toleràncies, and Resultats. A red arrow points to the "Algorisme" field in the "Càlcul" section, which is set to "AAA v13.5.35".

DFS	Camp (cm)	Mesures	Càlcul (UM)	Diferència (%)	Dif.
(cm)	X x Y	(cm)	Um1x1 Um2x2 Um3x3	Um1x1 Um2x2 Um3x3	Um1x1 Um2x2 Um3x3
	5x5	159,2			

At the bottom of the spreadsheet, there is a navigation bar with tabs for different configurations: "Open 6MV", "Open 15MV", "Wedge 6MV", "Wedge 15MV", "EDW 6MV", "EDW 15MV", "Asim-MLC 6MV", "Asim-MLC 15MV", "MLCshape", "dMLC", "Electrons-Apl", and "Electrons-SSD".

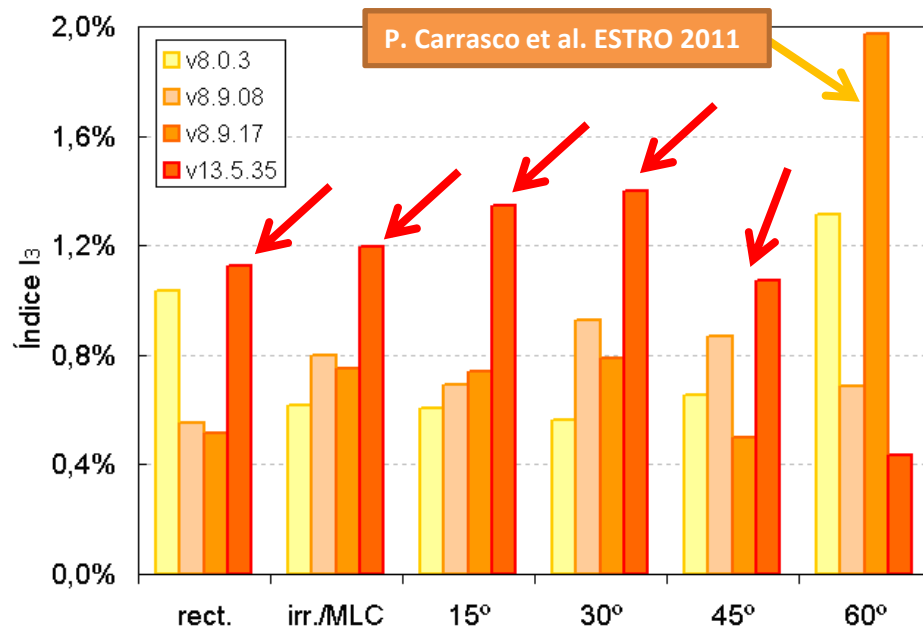
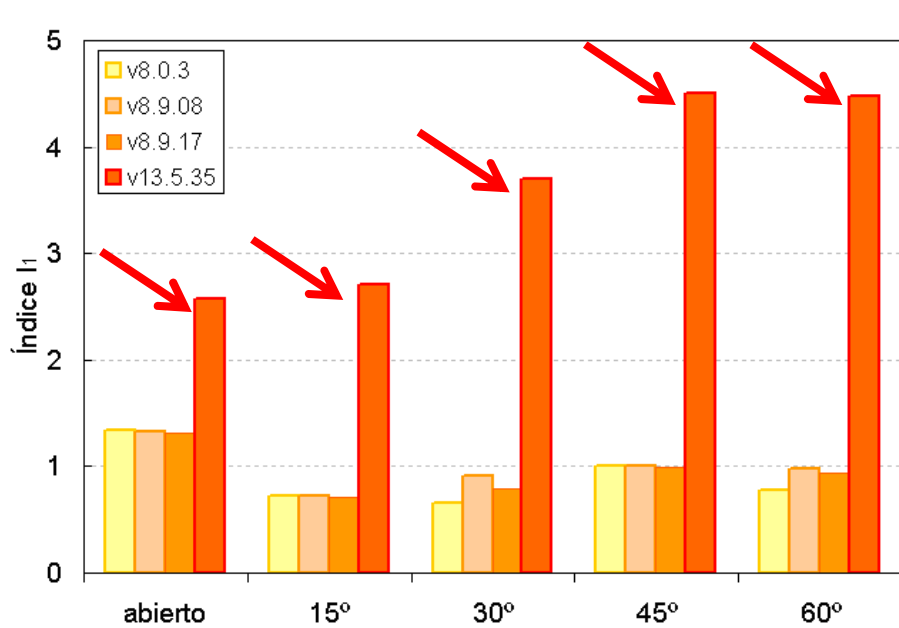


Exemple: *commissioning* de nous algorismes de càlcul de dosi

Estalvi de temps: *anàlisi automàtic* de les dades.

- *Troballes* inesperades:

Latorre-Musoll A et al. *Sobre la implementación de nuevas versiones de los algoritmos de calculo de dosis absorbida en radioterapia externa.* IV Congreso Conjunto de la SEFM (XX) y de la SEPR (XV); 2015 Jun 23-26; Valencia.



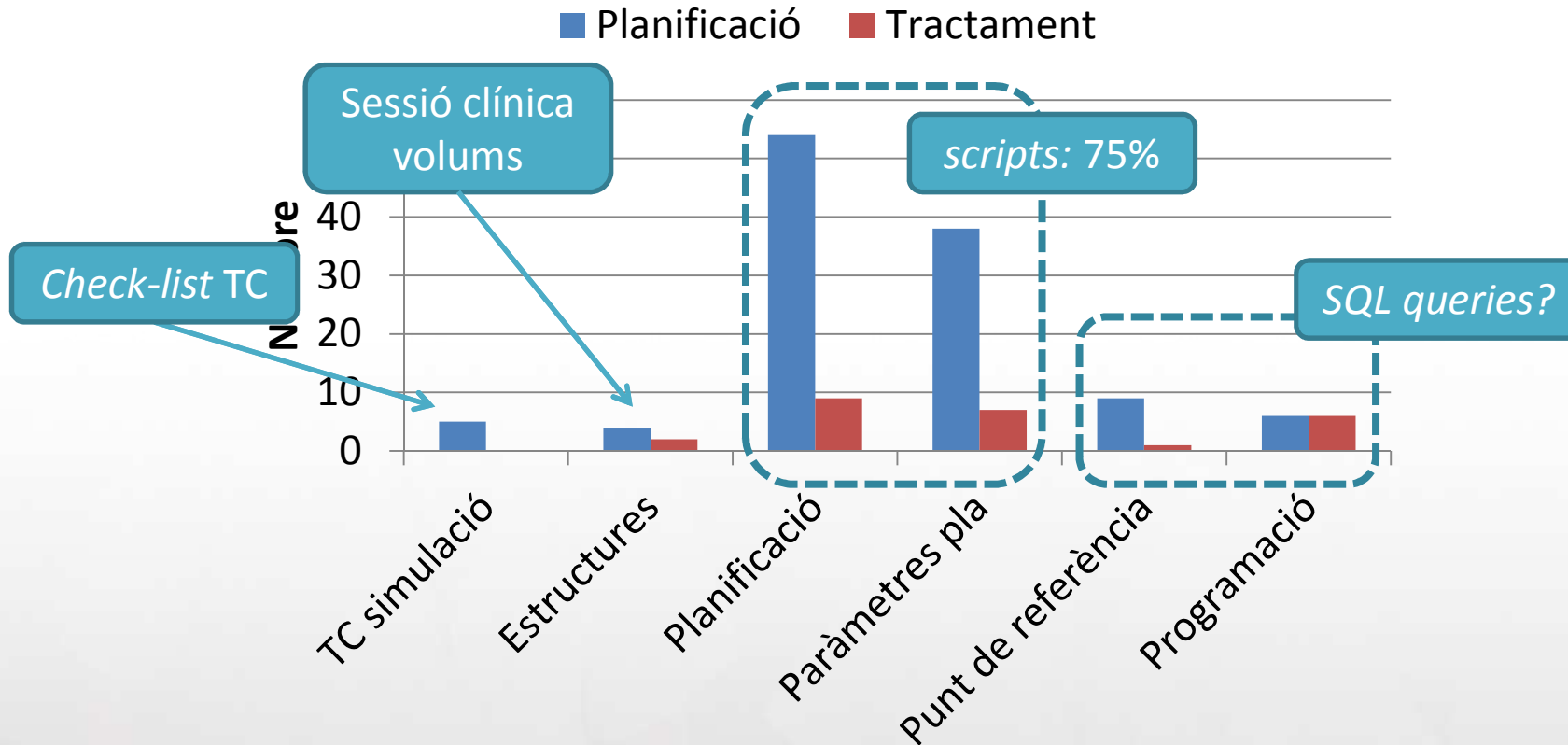
$$I_1 = \sqrt{\frac{1}{4N} \sum_{i=1}^N \left[\left(\frac{\Delta \sigma_{mm}}{1mm} \right)^2 + \left(\frac{\Delta \sigma_{50}}{1mm} \right)^2 + \left(\frac{\Delta D_{10}}{1\%} \right)^2 + \left(\frac{\Delta D_{20}}{1\%} \right)^2 \right]}$$

$$I_3 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \Delta D_{ab}^2}$$



Exemple: *check-list* automàtic d'una dosimetria

Registre d'incidències



Exemple: *check-list* automàtic d'una dosimetria

CourseTests: 1 test de consistència entre els plans del curs actiu:

- CourseConsistencyTest

PlanTests: 6 tests sobre cada pla d'aquest curs:

- SetupFieldsTest
- IsocenterTest
- ClinacTest
- AlgorithmTest
- IMRTTest
- ClockTest

BeamTests: 6 tests sobre cada camp de cada pla:

- DoseRateTest
- minUMTest
- EnergyTest
- JawTest
- MLCTest
- IDTest

REVISIO DOSIMETRÍA CLÍNICA:

ECLIPSE

COORDENADES ISOCENTRE	X
Vert taula	
NORMALITZACIÓ	

Ajust col·limador	X
Unió làmines sota col·limador	X
EDW UM>21	X
EDW col·assimètric Y <20.0 cm	X
Idoneitat falca física?	
Coherència girs col·limador	X
UM>6	X
Hemicamps verificar mandíbula = 0;	X
Verificar sentit de gir (extended)	X
DRR a tots els camps	X
Setup (mida)	X
Setup ESCOPIA (MLC ajustat a PTV)	
Setup estructures visibles DRR	

RT CHART

Transferència de paràmetres des de l'ECLIPSE	
Couch vert	
Taxa dosi (SETUP 100 Mu/min; Pal·liatiu 600 MU/min)	X
Taula tolerància	
Set up note	



Exemple: avaluació dosimètrica automàtica

Exemple Reus: ús de l'API i de *consultes SQL*.

- Anàlisi segons restriccions de la prescripció.

Plan Sum :			
✓	Cor	Dmean < 4 Gy	Dmean = 0.3 Gy
✓	Cor	Dmax < 25 Gy	Dmax = 7.3 Gy
✓	Cor	V10Gy < 15 %	V10Gy = 0%
✓	Pulmó Dret	Dmean < 15 Gy	Dmean = 8.4 Gy
✓	Pulmó Dret	V16Gy < 20 %	V16Gy = 18.7%
✓	Pulmó Dret	V8Gy < 40 %	V8Gy = 23%
✓	Mama Esq.	Dmean < 5 Gy	Dmean = 0.2 Gy
✓	Mama Esq.	V10Gy < 10 %	V10Gy = 0%

PTV1_PulmóD :			
	Pulmons-CTVs	Dmean < 20 Gy	Dmean = 9.2 Gy
	Pulmons-CTVs	V20Gy < 30 %	V20Gy = 14.3%
	Esòfag	Dmean < 34 Gy	Dmean = 14.1 Gy
	Esòfag	Dmax < 66 Gy	Dmax = 61 Gy
	Esòfag	V50Gy < 40 %	V50Gy = 10.2%
	Cor	Dmean < 20 Gy	Dmean = 0.5 Gy
	Cor	V30Gy < 46 %	V30Gy = 0%
	Medul·la espinal	Dmax < 46 Gy	Dmax = 16.6 Gy
	PRV Medul·la	Dmax < 50 Gy	Dmax = 23 Gy
	Pulmó Dret	Dmean < 13 Gy	Dmean = 2.7 Gy
X	Pulmó Esquerre	Dmean < 13 Gy	Dmean = 18.6 Gy



I jo...
per on començo?

13



Què necessito?

Integrated Development Environment (IDE).



- Microsoft Visual Studio Community 2015:

- Gratuït (veure [aquí](#))
- Editor avançat i compilador... i més
- Eines col·laboratives amb repositoris Git

```
PlanQATest.cs - Visual Studio
using System;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows;
using System.Collections.Generic;
using VHS.TPS.Common.Model.API;
using VHS.TPS.Common.Model.Types;

namespace VHS.TPS
{
    public class Script
    {
        public Script() { }

        static string errorMessage = "[ERROR] Camp: {0}";
        static string alertMessage = "[ALERTA] Camp: {0}";

        public void Execute(ScriptContext context /*, System.Windows.Window window*/)
        {
            DoseValue myDosePerFraction = context.ExternalPlanSetup.UniqueFractionation.PrescribedDosePerFraction;
            IEnumerable<Beam> myBeams = context.ExternalPlanSetup.Beams;
            int myNumberOfBeams = myBeams.Count();
            ExternalPlanSetup myPlan = context.ExternalPlanSetup;
            Image myCT = context.Image;
            foreach (Beam myBeam in myBeams)
            {
                DoseRateTest(myBeam, myDosePerFraction);
                UVTest(myBeam);
                EnergyTest(myBeam, myDosePerFraction, myNumberOfBeams);
                JawTest(myBeam);
                MLCTest(myBeam);
            }
            SetupFieldsTest(myBeams);
            IsocenterTest(myBeams, myPlan, myCT); /* TODO: validar. */
        }

        /* TEST: DoseRateTest
        * Verifica que el DoseRate de qualsevol camp sigui correcte (o adient).
        * - Camps de setup: DoseRate = 100 UV/min.
        * - Camps de tractament: DoseRate = 300 com a valor per defecte, excepte DoseRate = 600 UV/min per a SBRT i tractaments pal·liatius amb dolor (criteri > 3 Gy/fracció). */
        private static void DoseRateTest(Beam myBeam, DoseValue myDosePerFraction)
        {
            int myDoseRate = myBeam.DoseRate;
            int imageDoseRate = 100;
            int lowDoseRate = 300;
            int highDoseRate = 600;
            string errorSetup = "DoseRate incorrecte.\n(DoseRate = {0} UV/min.)";
            string alertField = "DoseRate inadequat per a un fraccionament de {0} (1)/fracció.\n(Recomanació: DoseRate = {2} UV/min.)";
            double DosePerFractionThreshold = 3.0;
            if (myDosePerFraction.Unit == DoseValue.DoseUnit.cGy) DosePerFractionThreshold *= 100.0;
            if (myBeam.IsSetupField)
            {

```



He d'aprendre un nou llenguatge?

Llenguatge de programació C#.

- Desenvolupat per Microsoft.
- Llenguatge *interpretat* pel *.NET Common Language Runtime (CLR)*.
- *Orientat a objectes*.
- Té semblances a C++ i Java.
- Simple, modern i de propòsit general.



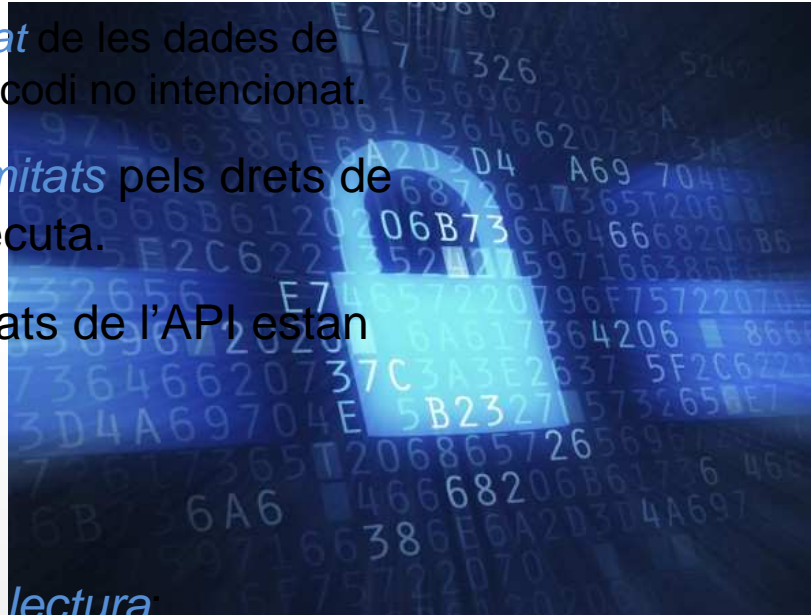
La torre de Babel (1563)
Pieter Bruegel, *el Vell*
Kunsthistorisches Museum (Viena)



Accés a dades i seguretat?

Llicència per defecte

- Drets de *lectura* sobre ARIA:
 - *Protecció i integritat* de les dades de pacient davant de codi no intencionat.
- Els *scripts* estan *limitats* pels drets de l'usuari que els executa.
- Algunes funcionalitats de l'API estan *deshabilitades*.



Research License

- Drets d'*escriptura i lectura*.
 - *Afegir/modificar* cursos, plans, camps, optimització, càlcul, estructures, etc.
- Research API/Database.



Tipus d'*scripts* per Eclipse

Plug-ins

S'executen des d'Eclipse, i donen accés al *context actiu* (pacient, plans i imatges).

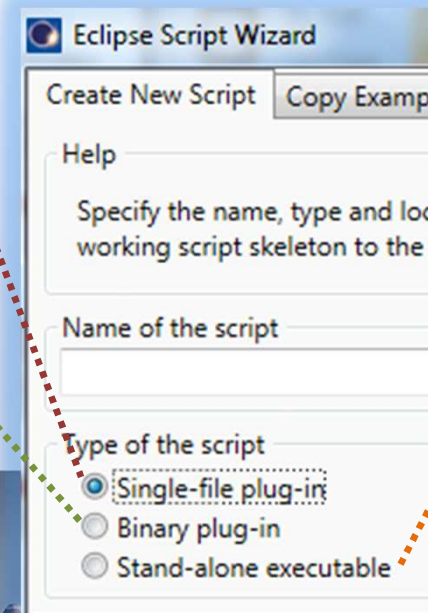
- **Single-file plug-in:** Nivell més bàsic d'implementació (*scripts* simples).
 - *Codi font C#* que es compila i s'executa *on-the-fly*.
- **Binary plug-in:** *Scripts* "complexos", amb GUI sofisticades o múltiples arxius de codi.
 - *.NET assembly* compilada en qualsevol llenguatge compatible (C#, VB, etc).
 - Funcionalitats avançades mitjançant *dynamic-link library (dll)* externes.



Aplicacions executables

Aplicació de Windows. Pot accedir a qualsevol pacient de la *base de dades d'ARIA*.

- **Stand-alone executable:** Nivell més alt d'implementació.
 - *Aplicació .exe* compilada en qualsevol llenguatge .NET (C#, VB, etc).



El meu primer *script*...



18



Recursos d'interès (I)

C#:

- C# Language Specification: <https://msdn.microsoft.com/>
Guia de programació i documentació de referència de C#.
Microsoft Development Network (MSDN): documentació d'altres tecnologies.
- Microsoft Virtual Academy: <https://mva.microsoft.com/>
Cursos on-line C# i altres tecnologies. Certificacions de Microsoft.

Eines:

- Visual Studio: <https://www.visualstudio.com/>
IDE de Microsoft.
- GitHub: <https://github.com/>
Repositori de codi amb control de versions. Adient per treball col·laboratiu.



Recursos d'interès (II)

Documentació Eclipse Scripting API (ESAPI):

- myVarian: <https://varian.force.com/>
Manuale d'usuari de Varian.
- Eclipse Scripting API Help: (aplicació integrada)
Documentació ESAPI.

Codi obert:

- CodePlex: <https://www.codeplex.com/>
Repositori de projectes de codi obert (Microsoft).
- <https://variandevolver.codeplex.com/>
Varian Developers Forum.



Grup de treball de la SCFM:

Scripting en sistemes de planificació

21



Scripting en sistemes de planificació

Objectius

- ✓ Donar a conèixer les possibilitats que l'*scripting* ofereix a cada TPS.
- ✓ Compartir l'experiència prèvia en el desenvolupament d'eines mitjançant *scripting*.
- ✎ Desenvolupar coordinadament noves eines mitjançant *scripting* que permetin automatitzar les tasques rutinàries, o eines que dotin als TPS de noves funcionalitats (*data mining*, etc.).
 - Proporcionar a la SCFM els *scripts* desenvolupats per tal de promocionar l'homogeneització de les pràctiques en els hospitals catalans.

Evitar que diferents usuaris desenvolupin, aïlladament i per duplicat, eines similars. TREBALL COL·LABORATIU!



Scripting en sistemes de planificació

Membres (tots usuaris d'*Eclipse*)

- Víctor Hernández Hospital Universitari Sant Joan (Reus)
- Rubén Abella Hospital Universitari Sant Joan (Reus)
- Pedro Gallego Hospital Plató (Barcelona)
- Cristina Camacho Hospital Clínic (Barcelona)
- Albert Onsès Hospital Universitari Dr. Josep Trueta, ICO (Girona)
- María Lizondo Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)
- Artur Latorre Hospital de la Santa Creu i Sant Pau (Barcelona)

... grup obert:

- *Francisco Pino Hospital Duran i Reynals, ICO (L'Hospitalet)*



Scripting en sistemes de planificació

Grup de treball de la SCFM



FEMSALUT FEMSANTPAU

