



Universidade Presbiteriana Mackenzie



Faculdade de Computação e Informática

Mineração de Dados em Games: Fundamentos e Processos de *Game Analytics*

Prof. Dr. Luciano Silva

Laboratório de Processamento Gráfico e Mídias Digitais

Faculdade de Computação e Informática, Universidade Mackenzie, SP

luciano.silva@mackenzie.br





Tópicos

- **PARTE I:** Fundamentos de *Game Analytics (GA)*
- **PARTE II:** Sensorização de Jogos para GA
- **PARTE III:** Mineração de Dados de Jogos
- **PARTE IV:** Visualização de Dados de Jogos



Universidade Presbiteriana Mackenzie



Faculdade de Computação e Informática

Fundamentos de Game Analytics

PARTE I





BIG DATA

- **Coleção de dados de tamanho e complexidade** suficientes para tornar **custosa** a aplicação de **técnicas tradicionais de processamento de dados**.
 - publicações em redes sociais (Facebook, Twitter, ...)
 - bases de dados genômicas, proteômicas, metabolômicas
 - bases de dados geo-referenciadas (Google Maps, Google Earth,...)
 - ambientes virtuais de aprendizagem (Moodle, Blackboard,...)
 - jogos digitais

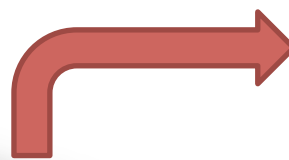


BIG DATA e JOGOS DIGITAIS (I)

- **BIG DATA** está mudando o processo de **projeto, desenvolvimento e análise de jogos**
 - Podemos **coletar dados** de um grande número de jogadores
 - Podemos **fazer análises sobre os dados coletados** e realizar previsões sobre comportamentos e fatos futuros
 - Podemos **retro-alimentar** processos de projeto, desenvolvimento e análise com estas análise



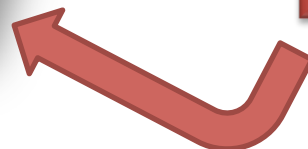
BIG DATA e JOGOS DIGITAIS (II)



Coleta



Análise





ANALYTICS

- Descoberta e comunicação de padrões significativos em dados.

Dashboard

↳ Saved Reports

- 👤 Visitors
- 📶 Traffic Sources
- 📄 Content
- 🎯 Goals
- 🛒 Ecommerce

Settings

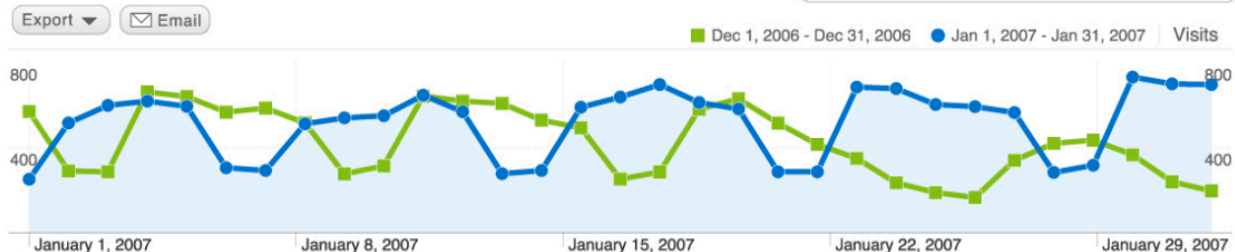
✉ Email

Settings

- 🔗 About this Report
- 🔗 Conversion University
- 🔗 Common Questions
- 🔗 Report Finder

Dashboard

Jan 1, 2007 - Jan 31, 2007



Site Usage

16.107 Visits
Dec 1, 2006 - Dec 31, 2006: 13,209 (21.94%)

62.142 Pageviews
Dec 1, 2006 - Dec 31, 2006: 53,855 (15.39%)

3,86 Pages/Visit
Dec 1, 2006 - Dec 31, 2006: 4.08 (-5.37%)

00:03:22 Avg. Time on Site
Dec 1, 2006 - Dec 31, 2006: 00:03:31 (-4.27%)



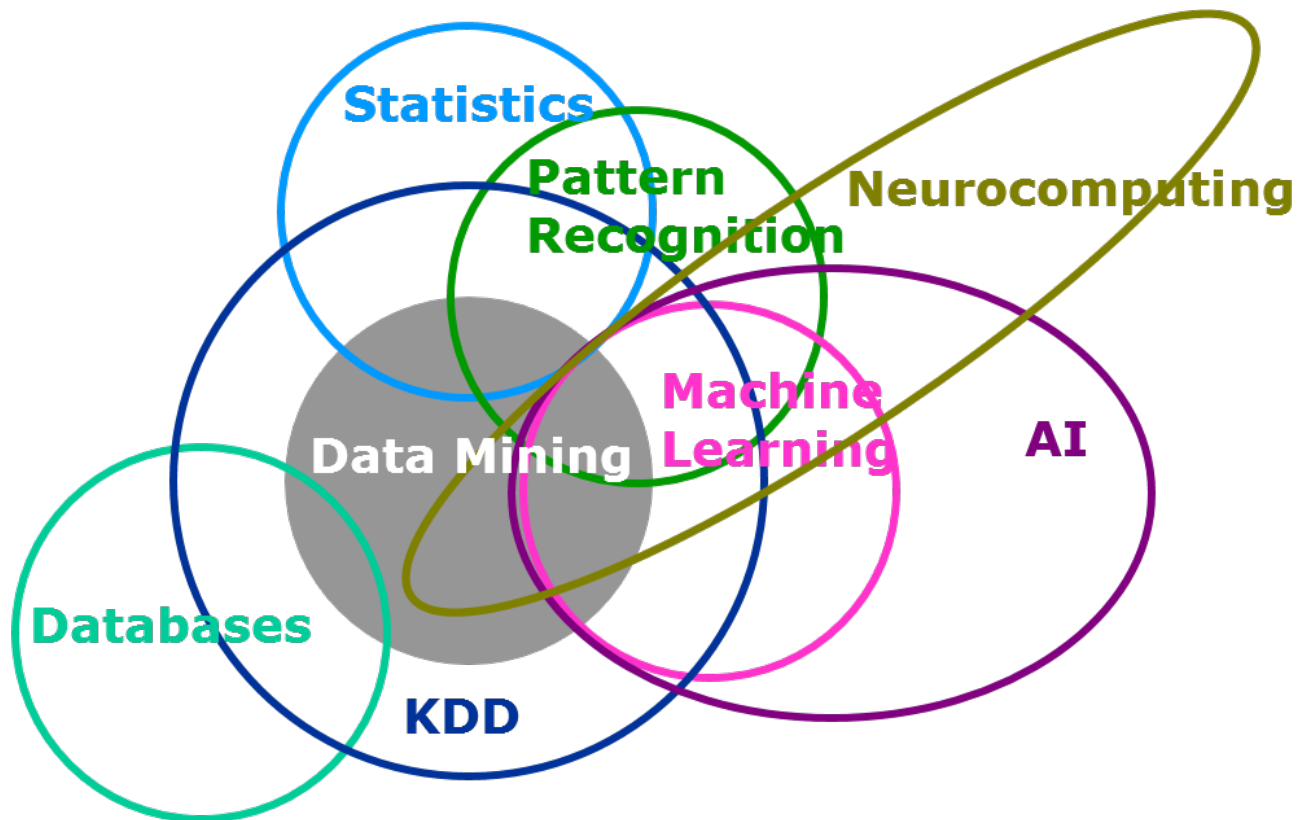
GAME ANALYTICS (GA)

- ***Analytics*** com dados oriundos de jogos, normalmente gerados por **eventos**:
 - eventos de jogador (ex. login)
 - eventos de projeto (ex. colisão numa cena)
 - eventos de erro (ex. falha na comunicação com BD)
 - eventos de negócios ou monetização (ex. compra de itens)



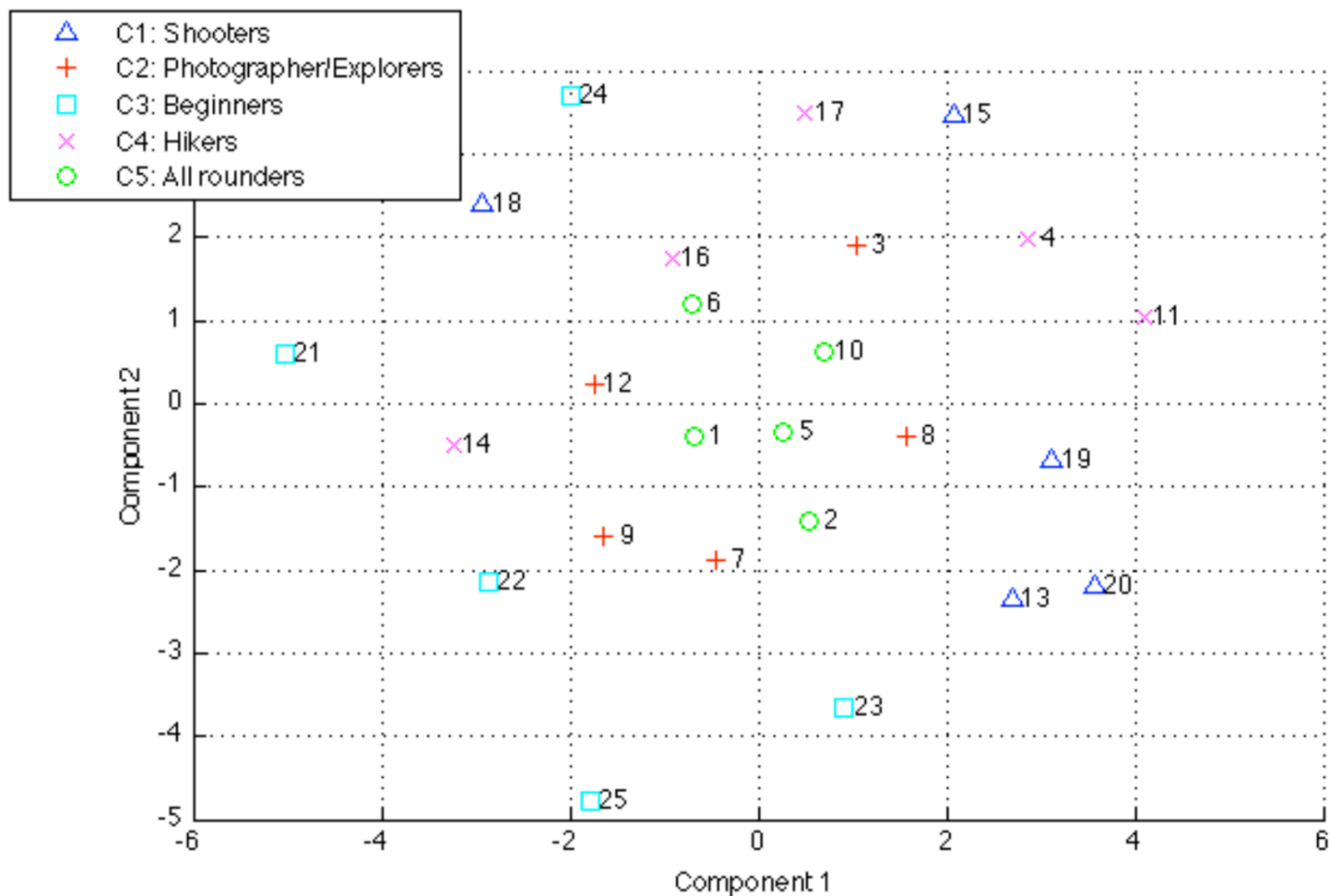
GAME ANALYTICS – DESCOBERTA DE PADRÕES

Mineração de Dados (Data Mining)





GAME ANALYTICS – DESCOBERTA DE PADRÕES





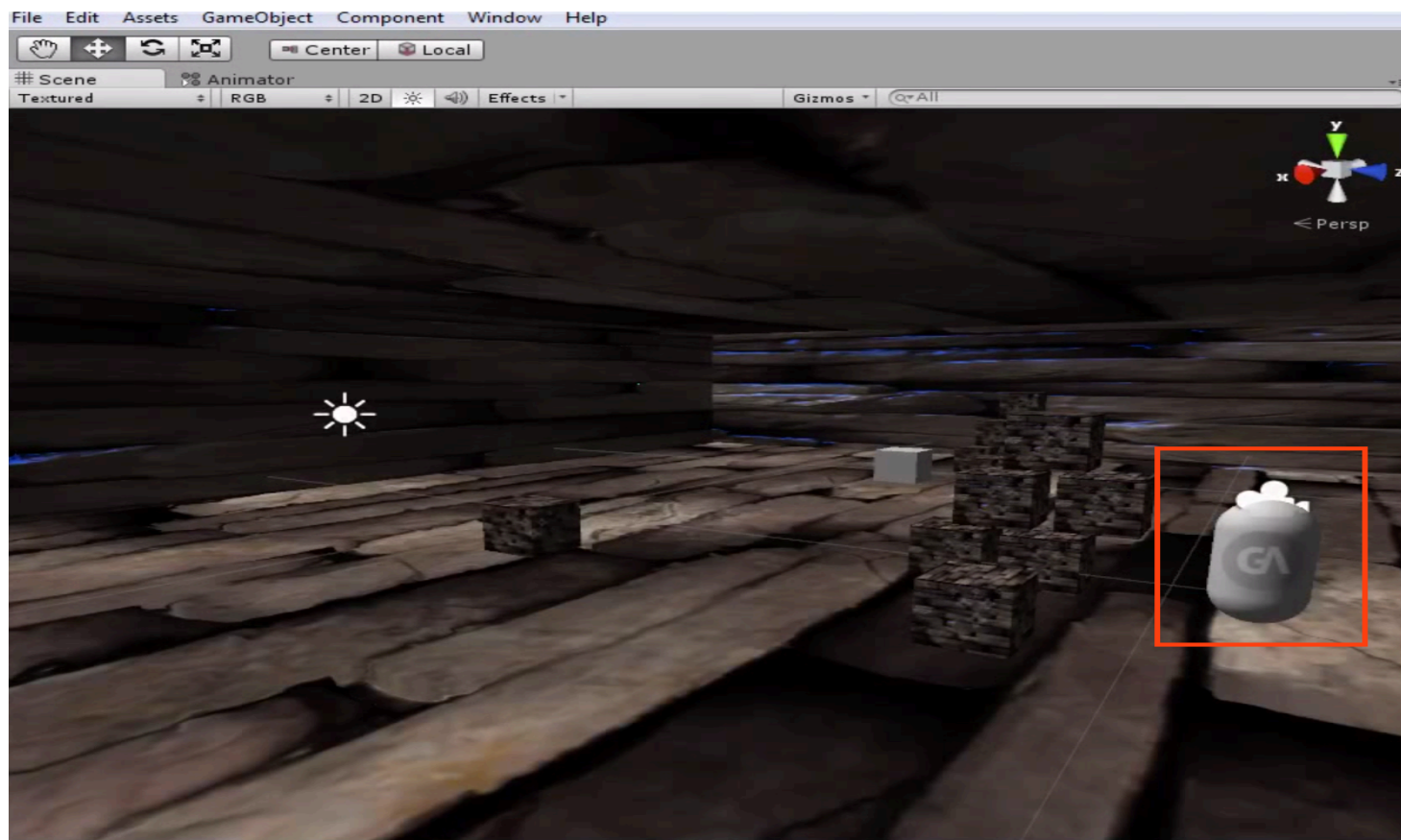
GAME ANALYTICS – COMUNICAÇÃO





GAME ANALYTICS – AMBIENTES INTEGRADOS

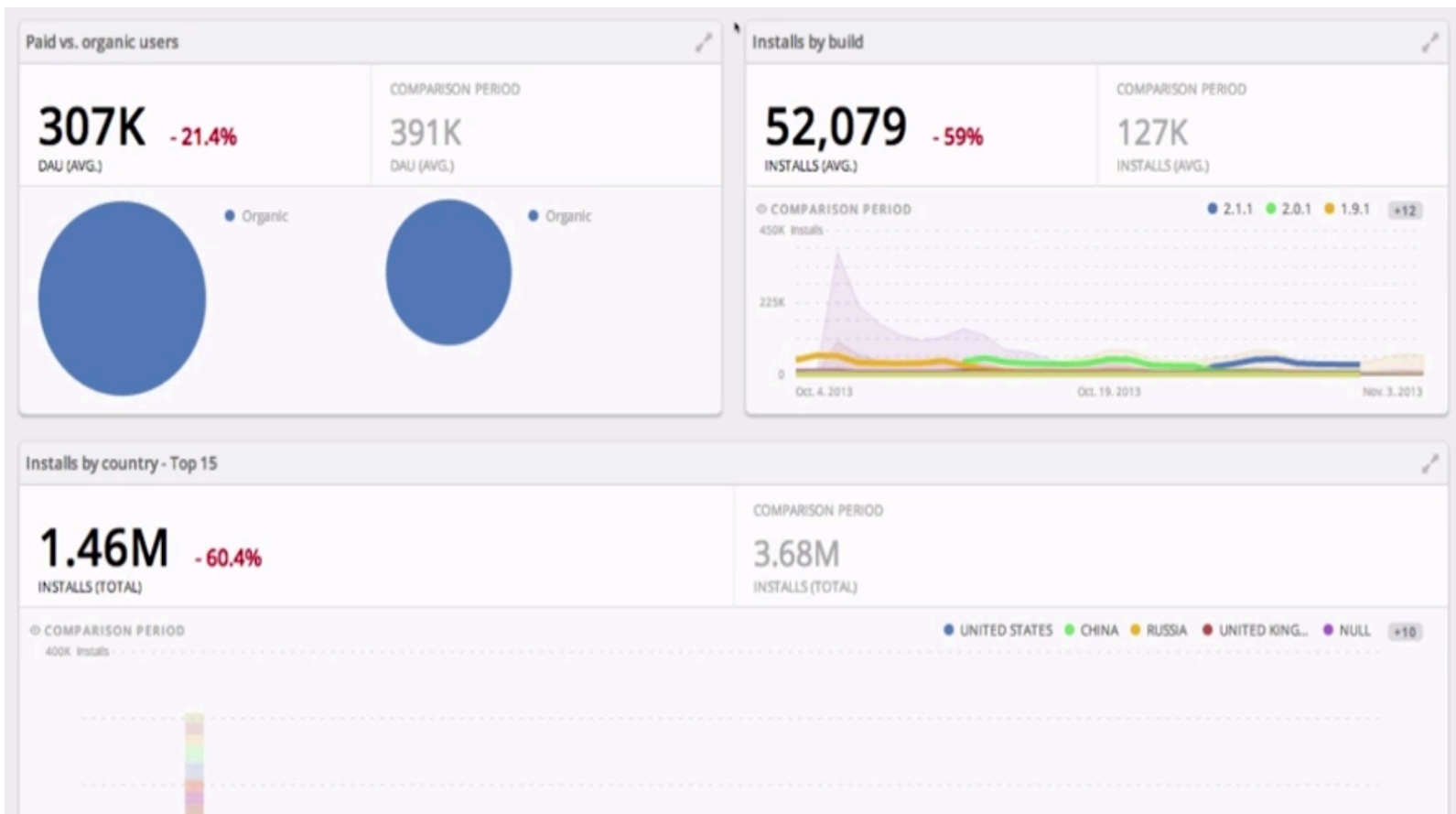
<http://analytics.cloud.unity3d.com>





GAME ANALYTICS – AMBIENTES INTEGRADOS

<http://analytics.cloud.unity3d.com> - DASHBOARD





GAME ANALYTICS – AMBIENTES INTEGRADOS

<http://analytics.cloud.unity3d.com> - HEATMAPS

The screenshot displays the Unity3D GameAnalytics interface. The main view shows a 3D game environment with a heat map overlay, indicating areas of high player activity in yellow and red. The interface includes several panels:

- Inspector Panel:** Shows the **GA_Heat Map Renderer (Script)** component. It includes a histogram of the dataset, a histogram scale (Linear), a render model (Solid Overlay), and a point radius (10). The histogram shows a distribution of data points, with the highest frequency occurring at the beginning of the range.
- Inspector Panel:** Shows the **GA_Heat Map Data Filter (Script)** component. It includes an **Update index** button, a current index (1 build(s), 2 area(s), 37 event(s)), a build (0.2), an area (AngryBots), and events (GA:CriticalFPS). The **Select for all dates** checkbox is checked.
- Layers Panel:** Shows the **GA_Status** component. It includes a **GAME ANALYTICS STATUS** section with a **Setup Status** section (Game Key inserted: , Secret Key inserted:) and a **Messages Sent** section with various success and failure counts.

GameAnalytics: Recalculating Histogram



TIPOS DE GAME ANALYTICS

- Existem cinco categorias básicas de *Game Analytics*:
 - *Analytics* de atividades de jogador
 - *Analytics* do sistema de jogo
 - *Analytics* de dados espaciais
 - *Analytics* de erros
 - *Analytics* de monetização

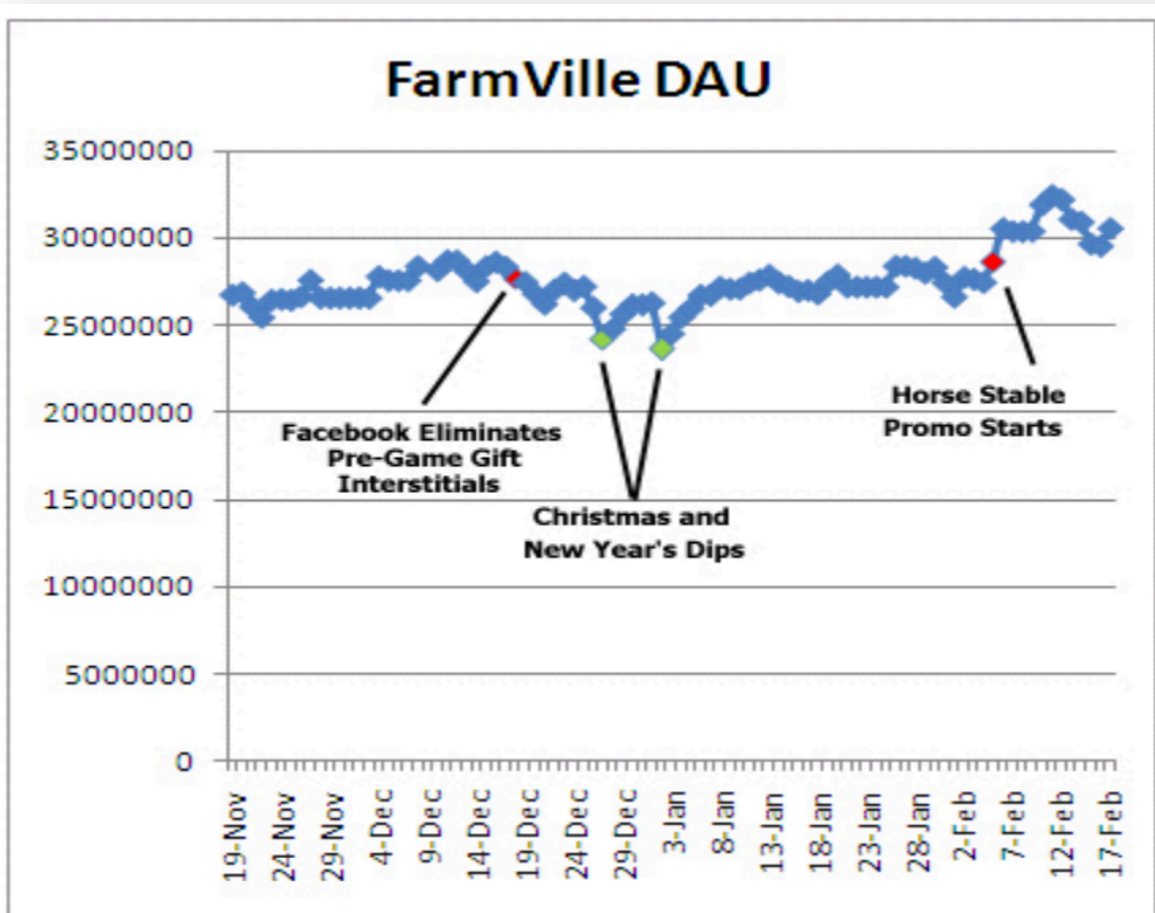


ANALYTICS DE ATIVIDADES DE JOGADOR

- Dados de um jogador ou de um grupo de jogadores
 - *Com qual frequencia eles jogam ?*
 - *Quando eles saem do jogo ?*
 - *Quantos jogadores permanecem quando um benefício é cortado ?*



ANALYTICS DE ATIVIDADES DE JOGADOR



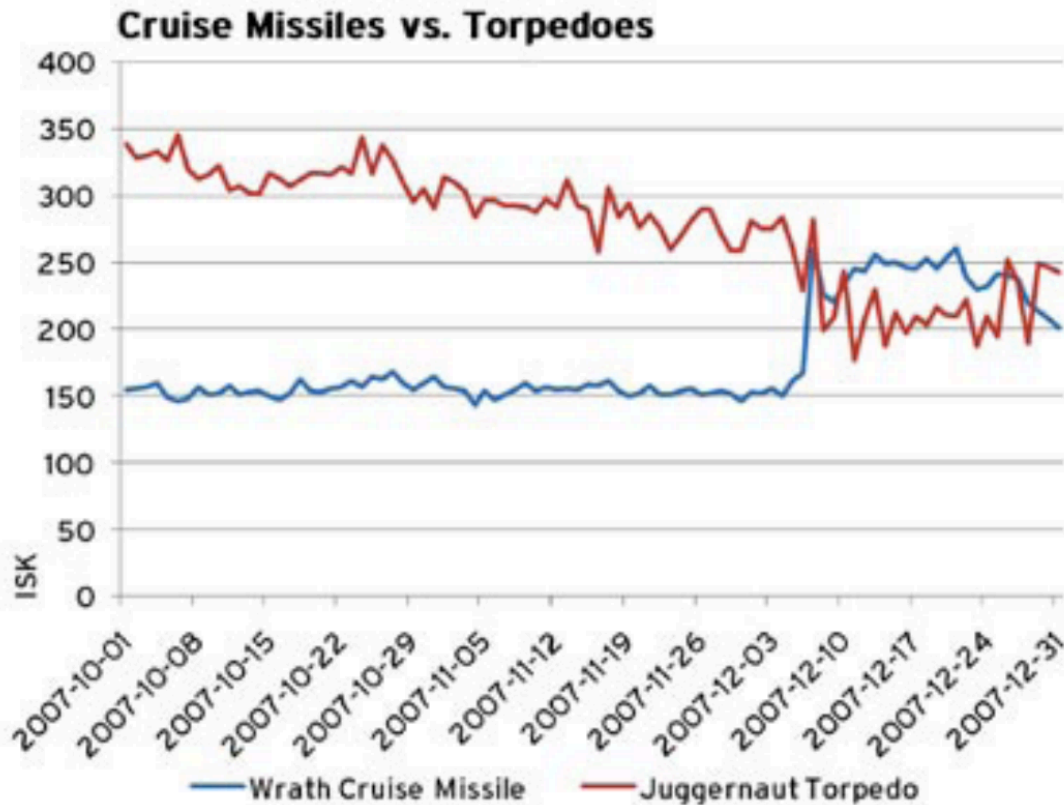


ANALYTICS DE SISTEMA DE JOGO

- Dados não-espaciais (não-geferenciados) de um jogo
 - *Num jogo de guerra, jogadores disparam mais mísseis ou torpedos ?*
 - *Num jogo FPS, jogadores usam mais uma arma X ou uma arma Y ?*



ANALYTICS DE SISTEMA DE JOGO



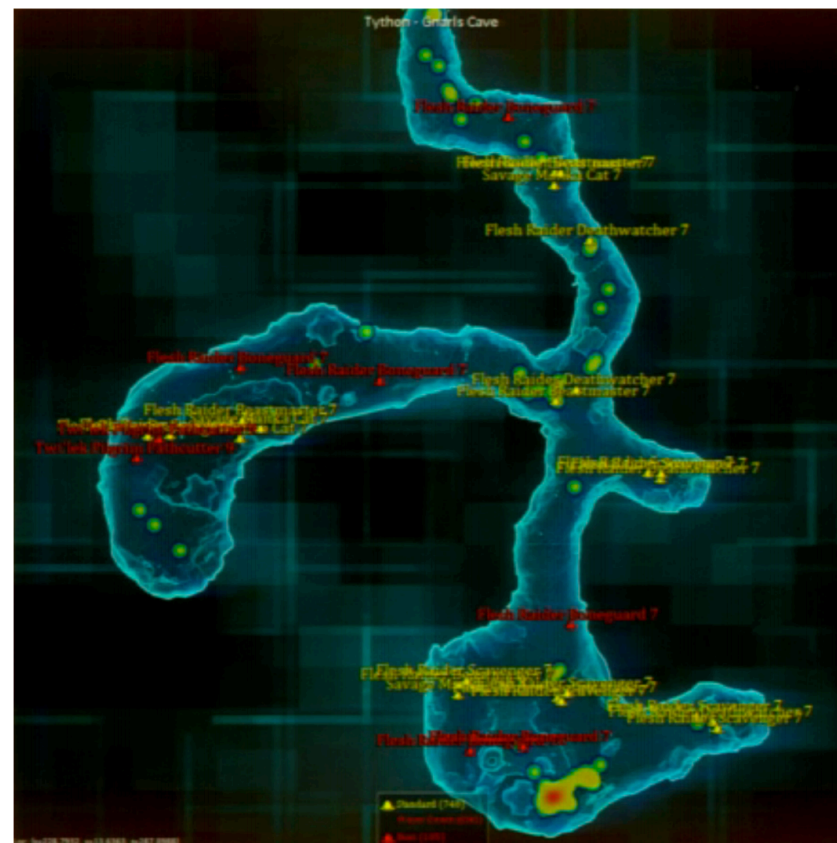
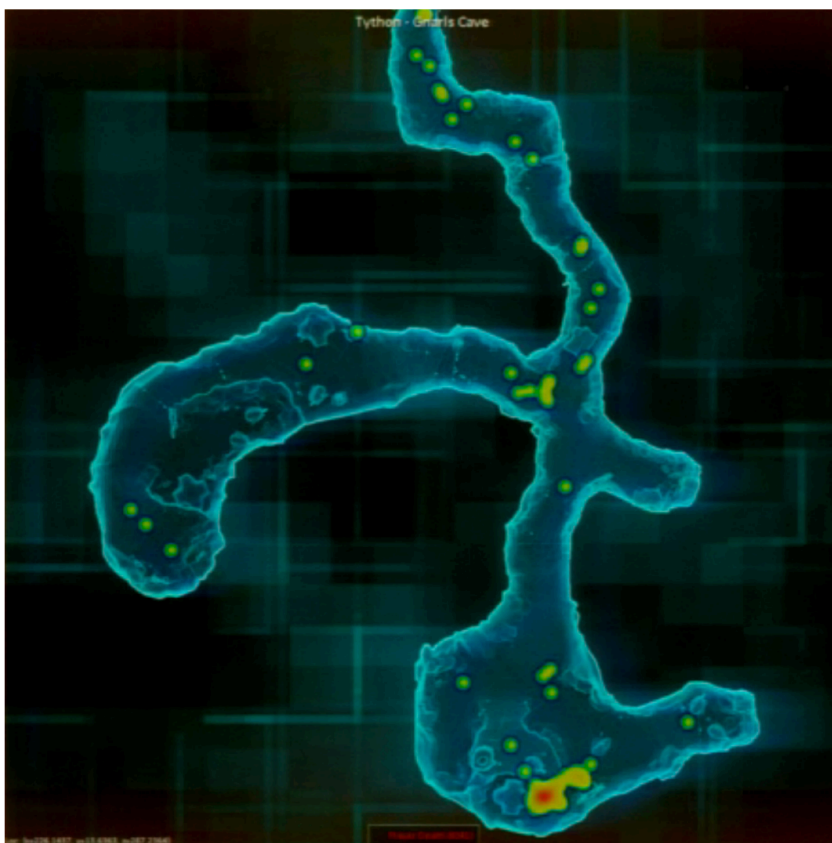


ANALYTICS DE DADOS ESPACIAIS

- Dados geo-referenciados [(x,y) ou (x,y,z)] de um jogo
 - *Onde ocorre a maior frequência de morte de jogadores ?*
 - *Onde ocorre o maior número de batalhas do jogo ?*



ANALYTICS DE DADOS ESPACIAIS





ANALYTICS DE ERROS

- Dados geo-referenciados ou não sobre estados de erros dentro de um jogo
 - *Qual nível ocorre a maior taxa de erros em scripts ?*
 - *Qual objeto produz a maior quantidade de erros em simulações físicas ?*



ANALYTICS DE MONETIZAÇÃO

- Dados geo-referenciados ou não sobre hábitos de compra/venda de jogadores
 - *Quais são os itens mais comprados/vendidos e em que níveis ocorrem ?*
 - *Quais as necessidades de compra/venda em função da experiência do jogador ?*



Universidade Presbiteriana Mackenzie



Faculdade de Computação e Informática

Sensorização de Jogos para GA

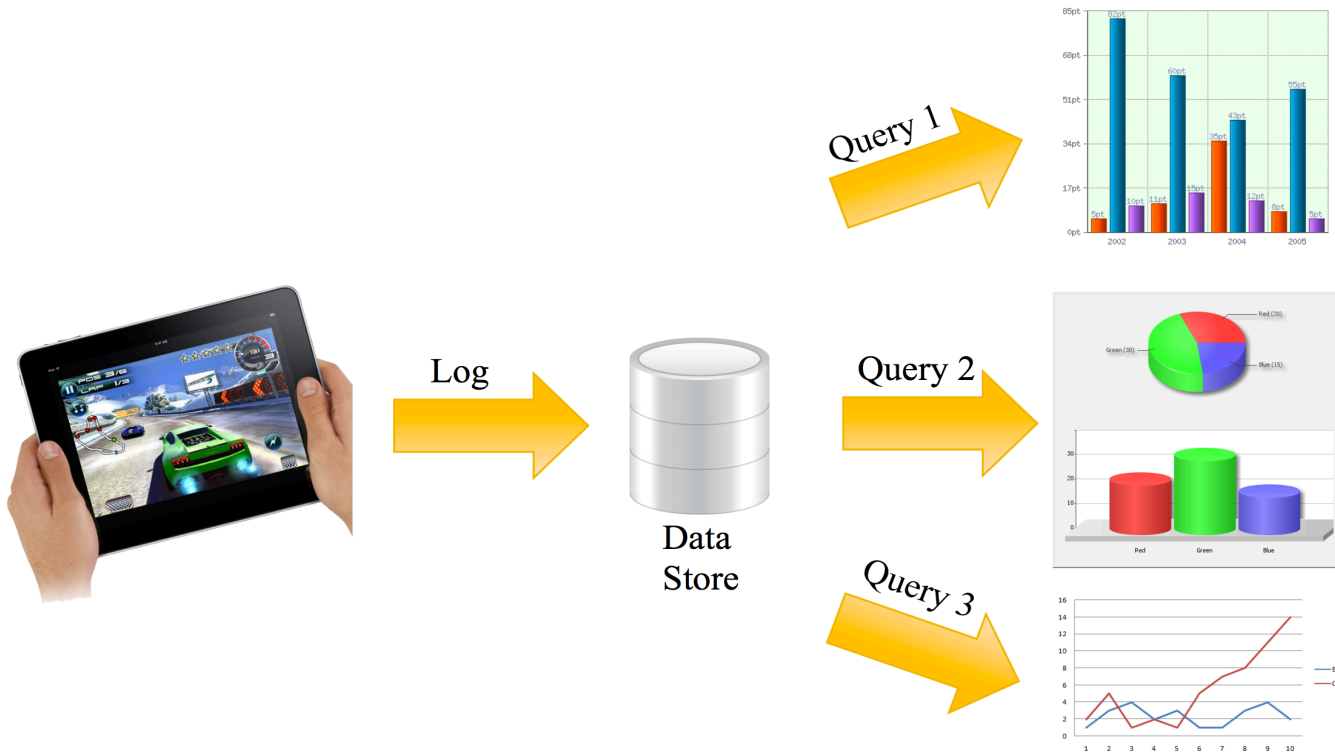
PARTE II





ESQUEMA TRADICIONAL

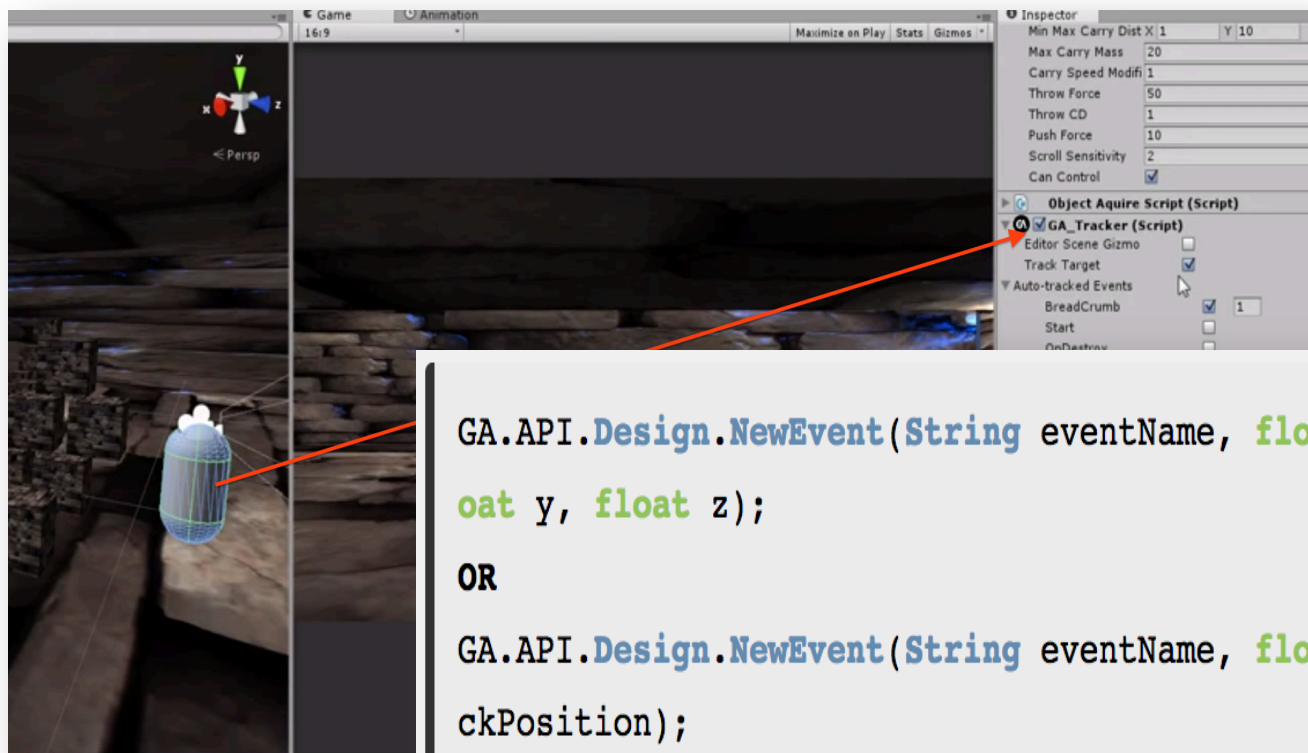
- Programação orientada a eventos + sistema de log





SISTEMA DE RASTREAMENTO

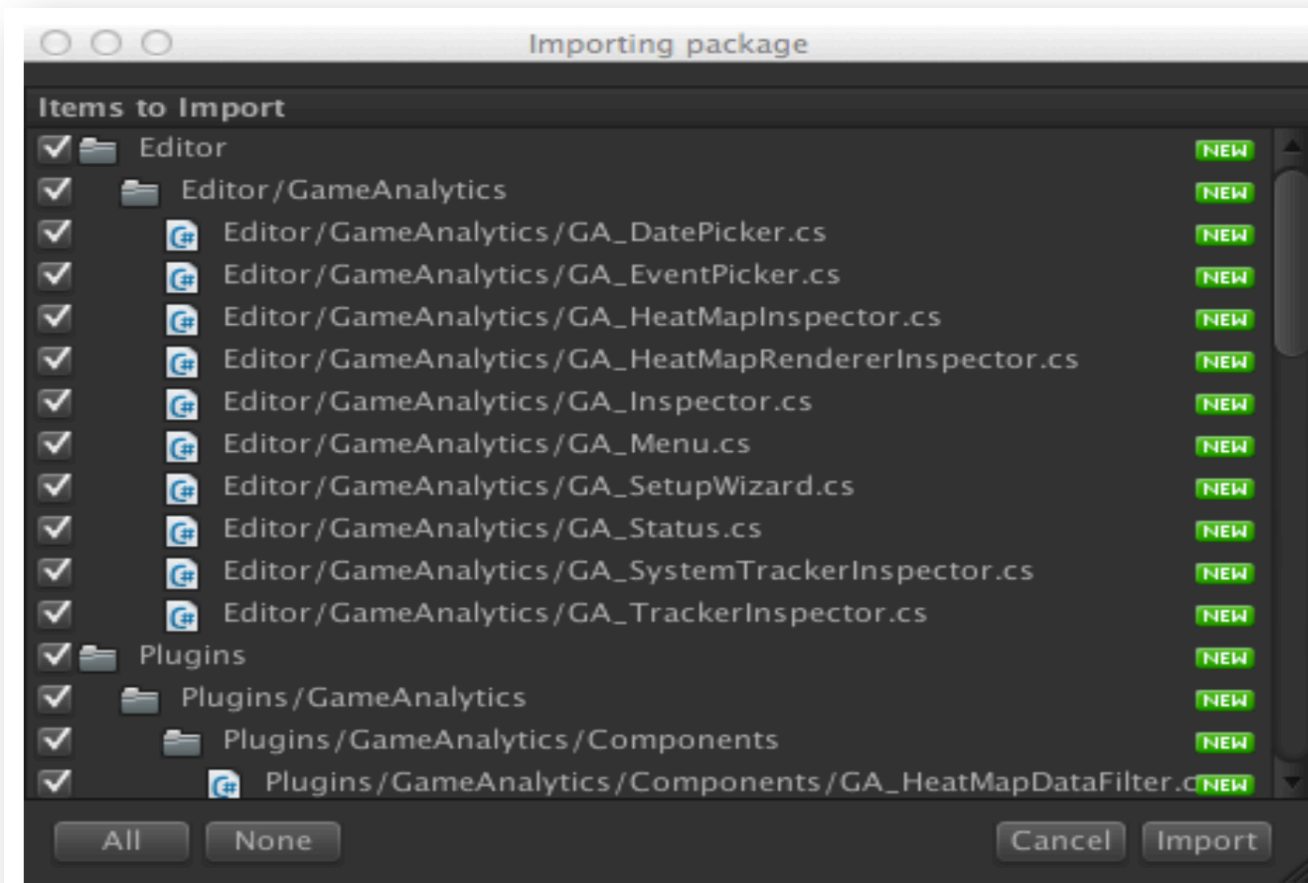
- *Associam-se funções de callback aos itens a serem monitorados*





PLUGIN – GAME ANALYTICS – UNITY3D

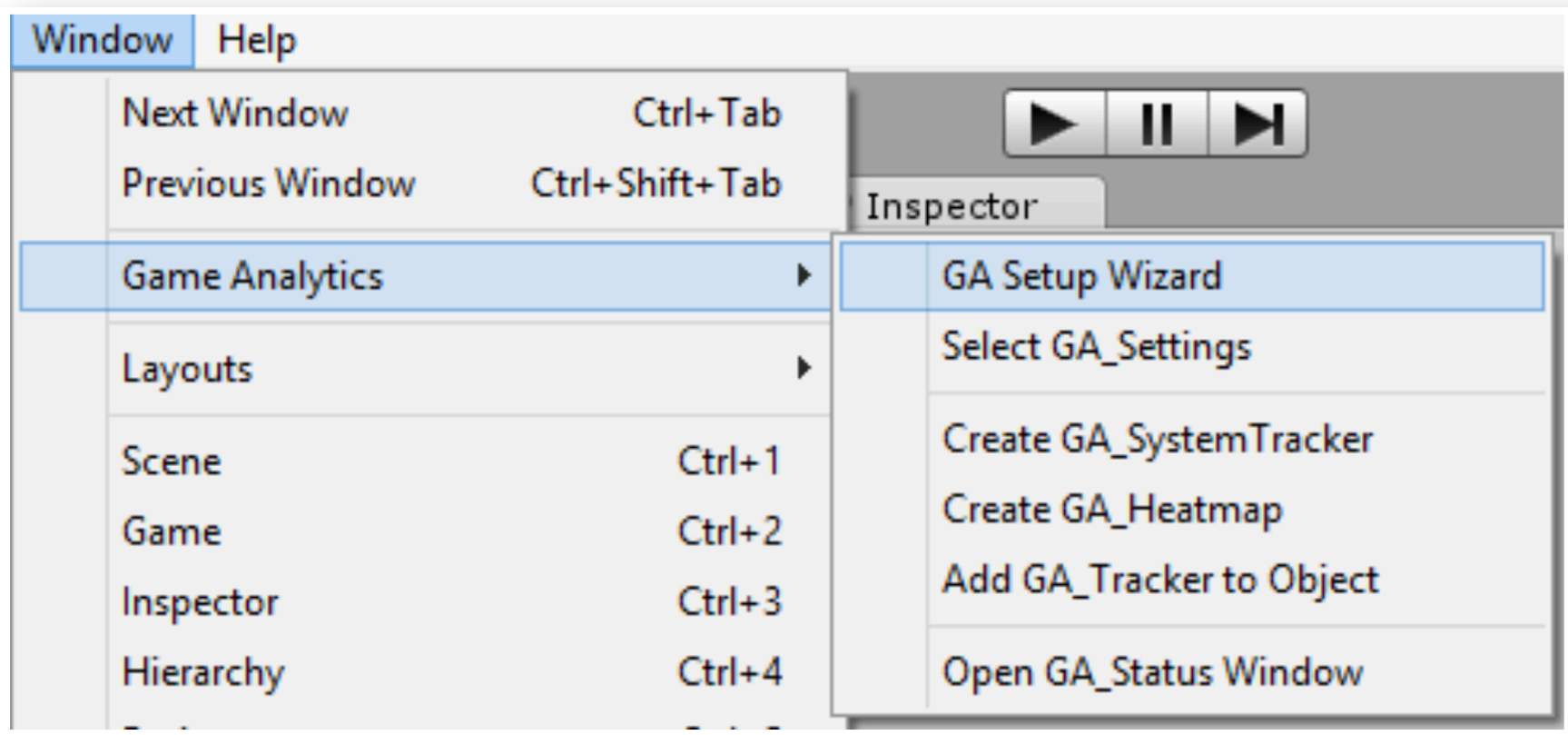
Unity Asset Store - Gratuito





PLUGIN – GAME ANALYTICS – UNITY3D

Setup





PLUGIN – GAME ANALYTICS – UNITY3D

Chaves de Autenticação

GA_SetupWizard

Step 2: Setup GA settings

Now it's time to copy/paste your Game Key and Secret Key from the website to the fields below. These keys were generated when you created your game on the website. You can also find the keys under the game's settings from your home page.

Your keys are stored in the GA_Settings object, which also contains other useful settings - you can always find it under Tools > Game Analytics > Select GA_Settings.

GA account home:

Game Key

Secret Key

 Your Game Key uniquely identifies your game, so the Unity wrapper knows where to store your data. Your Secret Key is used for security as message authorization, and makes sure that noone else gets a hold of your data!



PLUGIN – GAME ANALYTICS – UNITY3D

Chaves de Autenticação

Game Key

24620e38651234a705e7f5b6182fa136

Secret Key

7e772d218c11e4f4f93f12343de98748f0e5ced2

Your keys are stored in the GA_Settings object, which also contains other useful settings - you can always find it under Tools > Game Analytics > Select GA_Settings.

GA account home:

GA account

Game Key

Secret Key

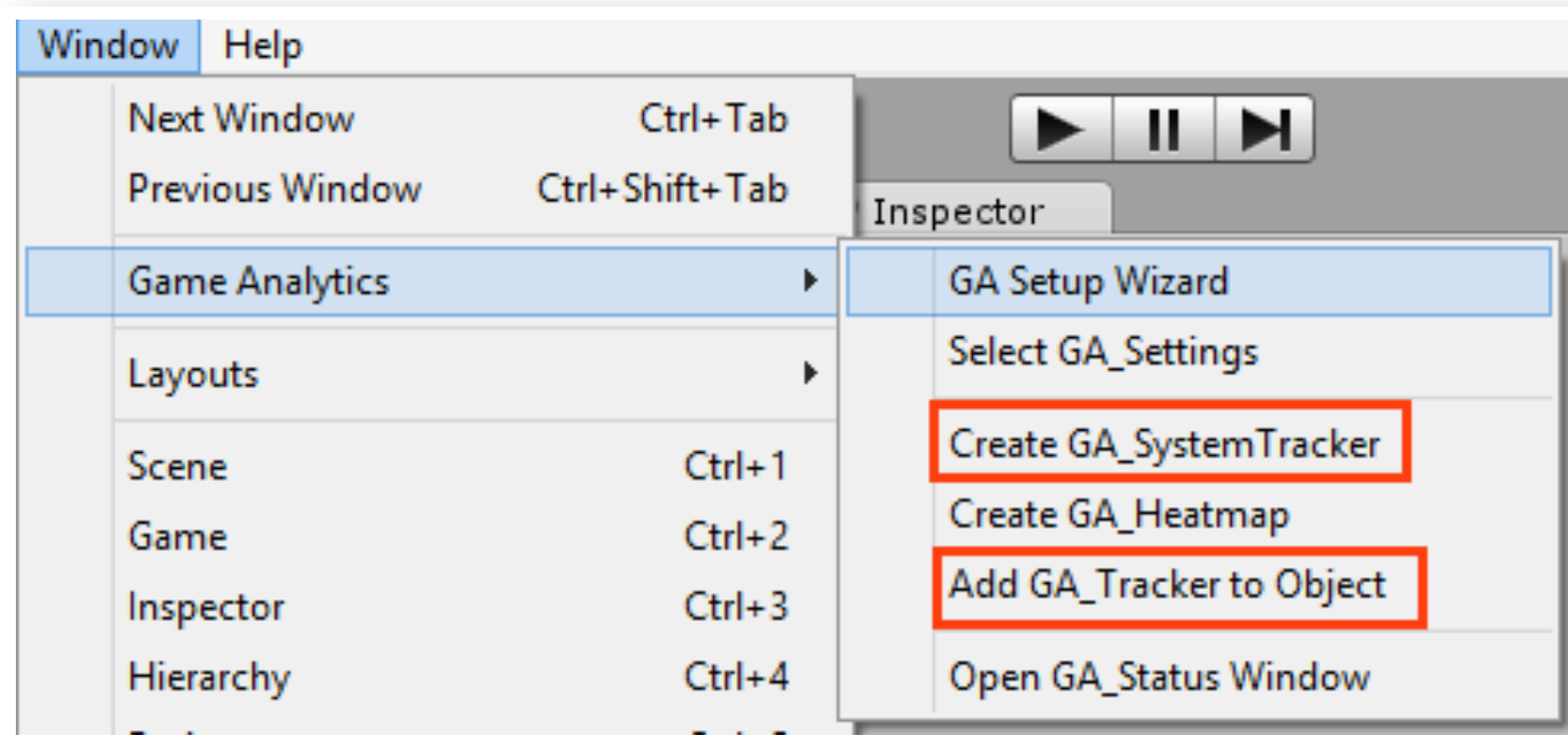


Your Game Key uniquely identifies your game, so the Unity wrapper knows where to store your data. Your Secret Key is used for security as message authorization, and makes sure that noone else gets a hold of your data!



PLUGIN – GAME ANALYTICS – UNITY3D

System Tracker e Object Tracker





EVENTOS DE JOGADOR

- user_id
- android_id/ios_id
- platform
- dispositivo
- os_minor
- os_major
- sdk_version



EVENTOS DE JOGADOR

- user_id
- android_id/ios_id

```
▪ void Start()  
  {  
    GA.API.User.NewUser(GA_User.Gender.Female, 1981, 7);  
  }
```

- os_major
- sdk_version



EVENTOS DE PROJETO

```
GA.API.Design.NewEvent(String eventName, float eventValue, float x, float y, float z);
```

OR

```
GA.API.Design.NewEvent(String eventName, float eventValue, Vector3 trackPosition);
```



EVENTOS DE PROJETO

```
GA.API.Design.NewEvent(String eventName, float eventValue, float x, float y, float z);
```

OR

```
GA  
ckl  
1. public void KillTarget(Soldier Killer, Soldier target, float damage)  
   {  
2. GA.API.Design.NewEvent("Kill:"+killer.CurrentWeapon.Name, damage,  
   target.transform.position.x, target.transform.position.y, target.t  
   ransform.position.z);  
3. }
```



EVENTOS DE ERRO

```
GA.API.Error.NewEvent(GA_Error.SeverityType severity, String message,  
float x, float y, float z);
```

OR

```
GA.API.Error.NewEvent(GA_Error.SeverityType severity, String message,  
Vector3 trackPosition);
```



EVENTOS DE ERRO

```
GA.API.Error.NewEvent(GA_Error.SeverityType severity, String message,  
float x, float y, float z);
```

```
OR  
1. try {  
2. ...  
3. }  
4. catch (NullReferenceException e) {  
5. GA.API.Error.NewEvent(GA_Error.SeverityType.critical, e.StackTrace  
6. );  
7. }
```



EVENTOS DE NEGÓCIO OU MONETIZAÇÃO

```
GA.API.Business.NewEvent(String eventName, String currency, int amount  
, float x, float y, float z);
```

OR

```
GA.API.Business.NewEvent(String eventName, String currency, int amount  
, Vector3 trackPosition);
```



EVENTOS DE NEGÓCIO OU MONETIZAÇÃO

```
GA.API.Business.NewEvent(String eventName, String currency, int amount
, float x, float v, float z):
void OnGUI()
OR {
    if (GUI.Button(new Rect(5, 5, 150, 50), "Purchase Rocket Launcher"
GA. ))
    {
        GA.API.Business.NewEvent("WeaponUpgrade:RocketLauncher", "USD"
, 99);
    }
}
```



Mineração de Dados de Jogos

PARTE III



FASES TÍPICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS

1. Descoberta de relacionamentos
2. Validação dos relacionamentos
3. Predição a partir dos relacionamentos validados
4. Tomada de decisão ou definição de políticas a partir das predições



MÉTODOS DE MINERAÇÃO DE DADOS

R. Baker, 2010

- Predição
 - Agrupamento
 - Mineração de Relações
-
- Descoberta com modelos
 - Destilação de dados para julgamento humano



PREDIÇÃO

- Processo que depende de uma **janela de tempo**:
 - **Exatamente agora ou agora**: o jogador está jogando neste momento ?
 - **Futuro próximo**: o jogador que jogou há pouco tempo desenvolveu habilidades para a próxima fase?
 - **Futuro**: qual será o XP do jogador na fase XYZ ?



TIPOS DE PREDIÇÃO

Atributos de entrada → **Classificação** → Saída categorizada

Atributos de entrada → **Regressão** → Saída valorada



PREDIÇÃO POR CLASSIFICAÇÃO

- Determina quais **componentes** e suas **combinações** podem **predizer** um determinado **rótulo**.

KnowledgeComp	pknow	time	totalactions	right
ENTERINGGIVEN	0.704	9	1	WRONG
ENTERINGGIVEN	0.502	10	2	RIGHT
USEDIFFNUM	0.049	6	1	WRONG
ENTERINGGIVEN	0.967	7	3	RIGHT
REMOVECOEFF	0.792	16	1	WRONG
REMOVECOEFF	0.792	13	2	RIGHT
USEDIFFNUM	0.073	5	2	RIGHT



PREDIÇÃO POR REGRESSÃO

- Determina quais **componentes** e suas **combinações** podem **prever** um determinado **valor**.

KnowledgeComp	pknow	time	totalactions	numhints
ENTERINGGIVEN	0.704	9	1	0
ENTERINGGIVEN	0.502	10	2	0
USEDIFFNUM	0.049	6	1	3
ENTERINGGIVEN	0.967	7	3	0
REMOVECOEFF	0.792	16	1	1
REMOVECOEFF	0.792	13	2	0
USEDIFFNUM	0.073	5	2	0

$\text{numhints} = 0.12 * \text{pKnow} + 0.932 * \text{time} + 0.11 * \text{totalactions}$ (**regressão linear**)



AGRUPAMENTO

- Processo normalmente aplicado quando não se conhece a estrutura dos dados
- Encontra características em comum nos dados, agrupando-os segundo estas características:
 - Quais comportamentos dos jogadores são os mais comuns ?
 - Quais são os grupos principais de jogadores ?



AGRUPAMENTO

KnowledgeComp	pknow		time	totalactions	right
ENTERINGGIVEN	0.704	●	9	1	WRONG
ENTERINGGIVEN	0.502	●	10	2	RIGHT
USEDIFFNUM	0.049	●	6	1	WRONG
ENTERINGGIVEN	0.967	●	7	3	RIGHT
REMOVECOEFF	0.792	●	16	1	WRONG
REMOVECOEFF	0.792	●	13	2	RIGHT
USEDIFFNUM	0.073	●	5	2	RIGHT



MINERAÇÃO DE RELAÇÕES

- Descubra relações entre variáveis em um conjunto com muitas variáveis:
 - Mineração de regras de associação
 - Mineração de correlação
 - Mineração de padrões sequenciais
 - Mineração de dados causal



MINERAÇÃO DE RELAÇÕES

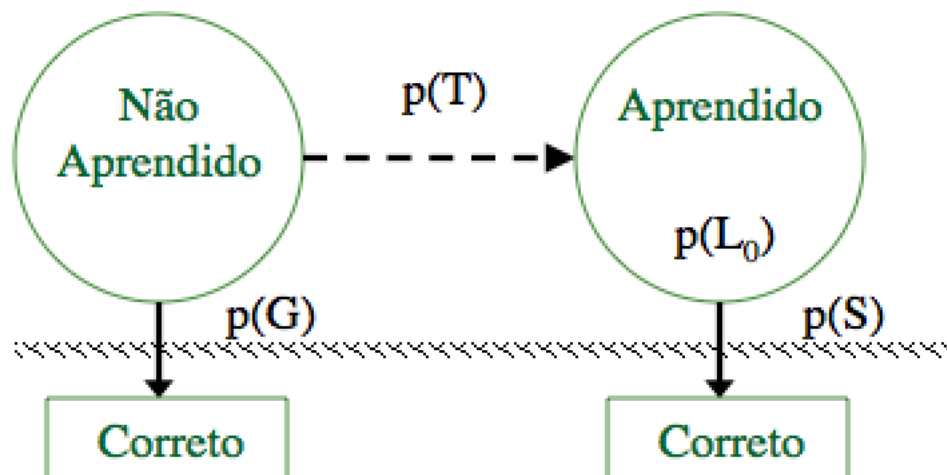
- Existe alguma relação entre o conhecimento prévio e o tempo gasto para resolver um certo grupo de quests ?

KnowledgeComp	pknow	time	totalactions	right
ENTERINGGIVEN	0.704	9	1	WRONG
ENTERINGGIVEN	0.502	10	2	RIGHT
USEDIFFNUM	0.049	6	1	WRONG
ENTERINGGIVEN	0.967	7	3	RIGHT
REMOVECOEFF	0.792	16	1	WRONG
REMOVECOEFF	0.792	13	2	RIGHT
USEDIFFNUM	0.073	5	2	RIGHT



MINERAÇÃO COM MODELOS

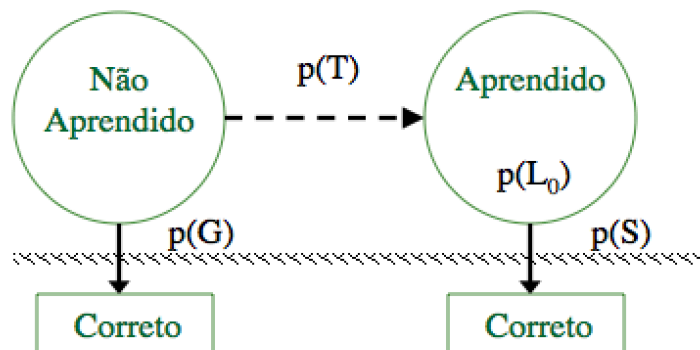
- Utiliza um modelo prévio para realizar, por exemplo, predições. *Ex: Modelo de Corbett e Anderson.*





MINERAÇÃO COM MODELOS

Rastreamento Bayesiano de Conhecimento



$$P(L_{n-1} | Correct_n) = \frac{P(L_{n-1}) * (1 - P(S))}{P(L_{n-1}) * (1 - P(S)) + (1 - P(L_{n-1})) * (P(G))}$$

$$P(L_{n-1} | Incorrect_n) = \frac{P(L_{n-1}) * P(S)}{P(L_{n-1}) * P(S) + (1 - P(L_{n-1})) * (1 - P(G))}$$



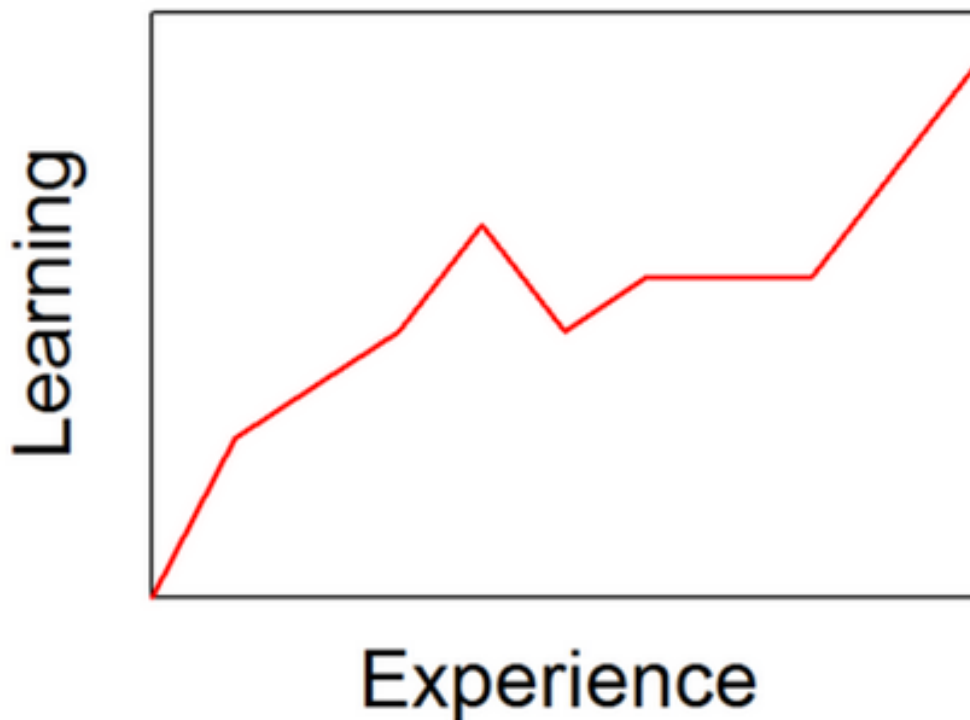
DESTILAÇÃO DE DADOS PARA JULGAMENTO HUMANO

- Seres humanos podem realizar inferências além do escopo possível para sistemas automatizados de mineração de dados (e.g. raciocínio com contradição da Lógica Paraconsistente)
- Destilação de dados resume e apresenta os dados de maneira útil, interativa e com apelo visual para favorecer a identificação e classificação de padrões por seres humanos.



DESTILAÇÃO DE DADOS PARA JULGAMENTO HUMANO

Curva de Aprendizagem





Visualização de Dados de Jogos **PARTE IV**

