

# INICIOS Y EVOLUCIÓN DE LOS PROCESADORES GRÁFICOS (GPUs)

JGPU 2020

Albert García-García < [agarcia@dtic.ua.es](mailto:agarcia@dtic.ua.es) >

# ALBERT GARCÍA

## GARCÍA

MAIL: **ALBERT.GARCIA @ GMAIL.COM**



Alberto Garcia-Garcia

**agarciag**

<https://www.linkedin.com/in/agarciag/>



Albert Garcia-Garcia

**albertgarcia93** <https://twitter.com/albertgarcia93>



Albert García

**albert.garcia.garcia**

<https://www.instagram.com/albert.garcia.garcia/>



Alberto Garcia-Garcia

**SQ2viFYAAAAJ**

<https://scholar.google.com/citations?user=SQ2viFYAAAAJ>



# TRAYECTORIA

## INVESTIGADOR POSTDOCTORAL



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA (2011-2015)**  
**UNIVERSIDAD DE ALICANTE**



**SUMMER OF HPC STUDENT (2015)**  
**JÜLICH SUPERCOMPUTING CENTER, ALEMANIA**



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**MÁSTER EN AUTOMÁTICA Y ROBÓTICA (2015-2016)**  
**UNIVERSIDAD DE ALICANTE**



**MACHINE LEARNING SOFTWARE INTERN (2016)**  
**NVIDIA CORPORATION, CALIFORNIA, EEUU**



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

**DOCTORADO EN MACHINE LEARNING Y COMPUTER VISION (2016-2019)**  
**UNIVERSIDAD DE ALICANTE**



**RESEARCH INTERN (2017)**  
**FACEBOOK REALITY LABS, REDMOND, EEUU**



**INTERN (2019)**  
**OCULUS CORE TECH, ZURICH, SUIZA**



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**INVESTIGADOR POSTDOCTORAL (ACTUALMENTE)**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL ESPACIO, CSIC, ESPAÑA**

# CONTENIDO

**La Ley de Moore**

**El Pipeline Gráfico**

**La Unidad de Procesamiento Gráfico (GPU)**

**Primeros Pasos en Computación sobre GPUs**

**La Arquitectura CUDA**

# LA LEY DE MOORE

GORDON MOORE





# LA LEY DE MOORE

GORDON MOORE

**Cramming More Components onto Integrated Circuits.** Gordon E. Moore, 1965

**“ THE NUMBER OF TRANSISTORS ON A CHIP DOUBLES EVERY 12 MONTHS”**

– GORDON MOORE, COFUNDADOR DE INTEL, 1965

**“ THE NUMBER OF TRANSISTORS ON A CHIP DOUBLES EVERY 24 MONTHS”**

– GORDON MOORE, COFUNDADOR DE INTEL, 1975

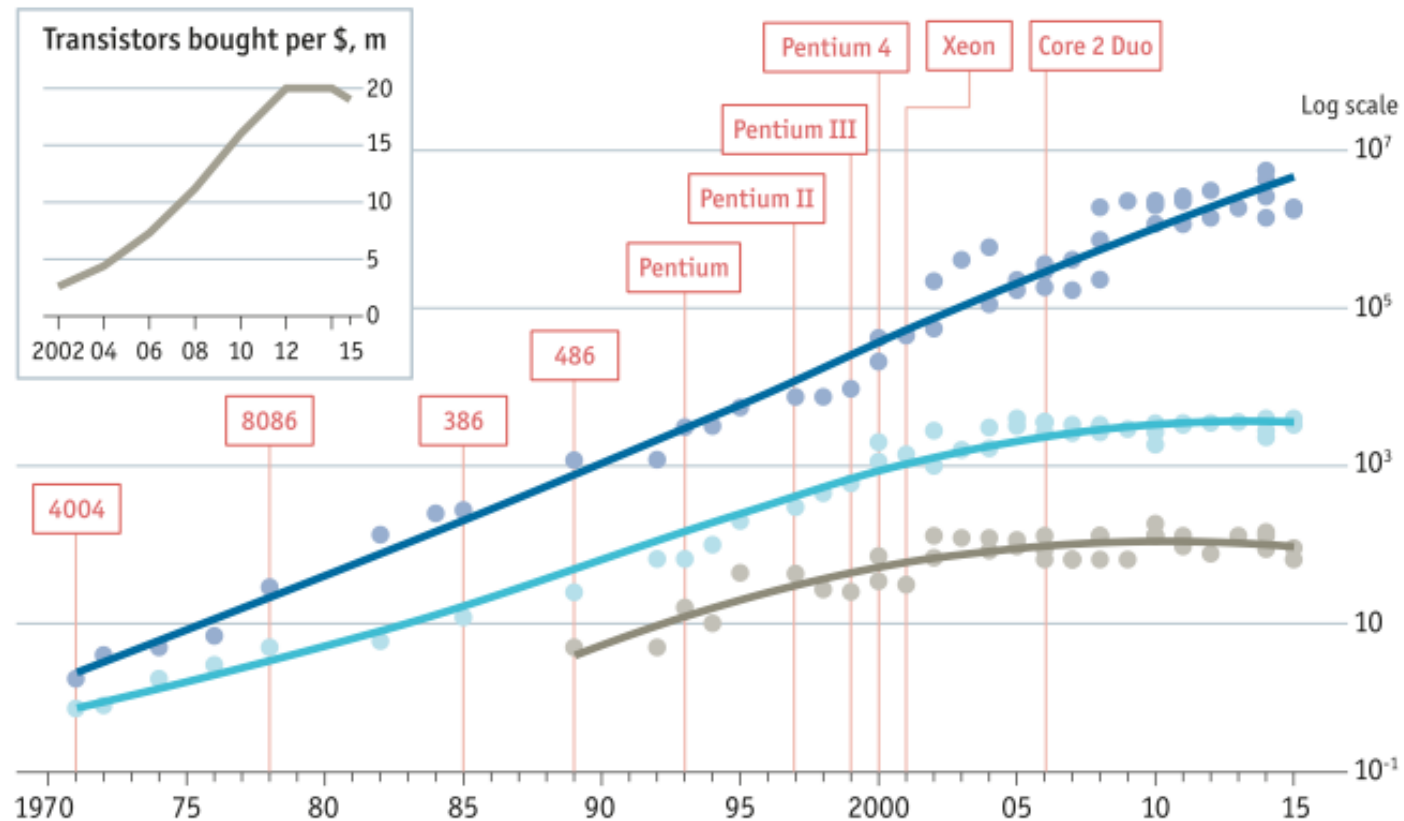


# LA LEY DE MOORE

CADA DOS AÑOS, APROXIMADAMENTE, SE DUPLICA EL NÚMERO DE TRANSISTORES

## Stuttering

● Transistors per chip, '000 ● Clock speed (max), MHz ● Thermal design power\*, w □ Chip introduction dates, selected

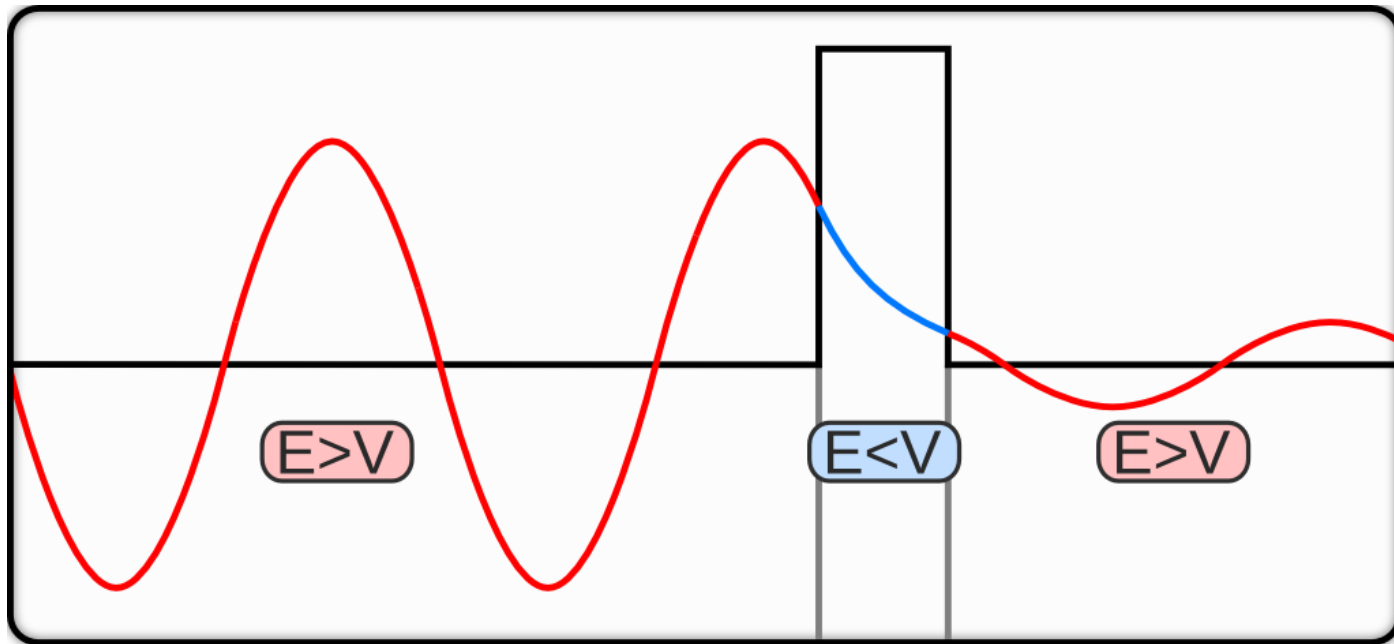


Sources: Intel; press reports; Bob Colwell; Linley Group; IB Consulting; *The Economist*

\*Maximum safe power consumption

# LA LEY DE MOORE

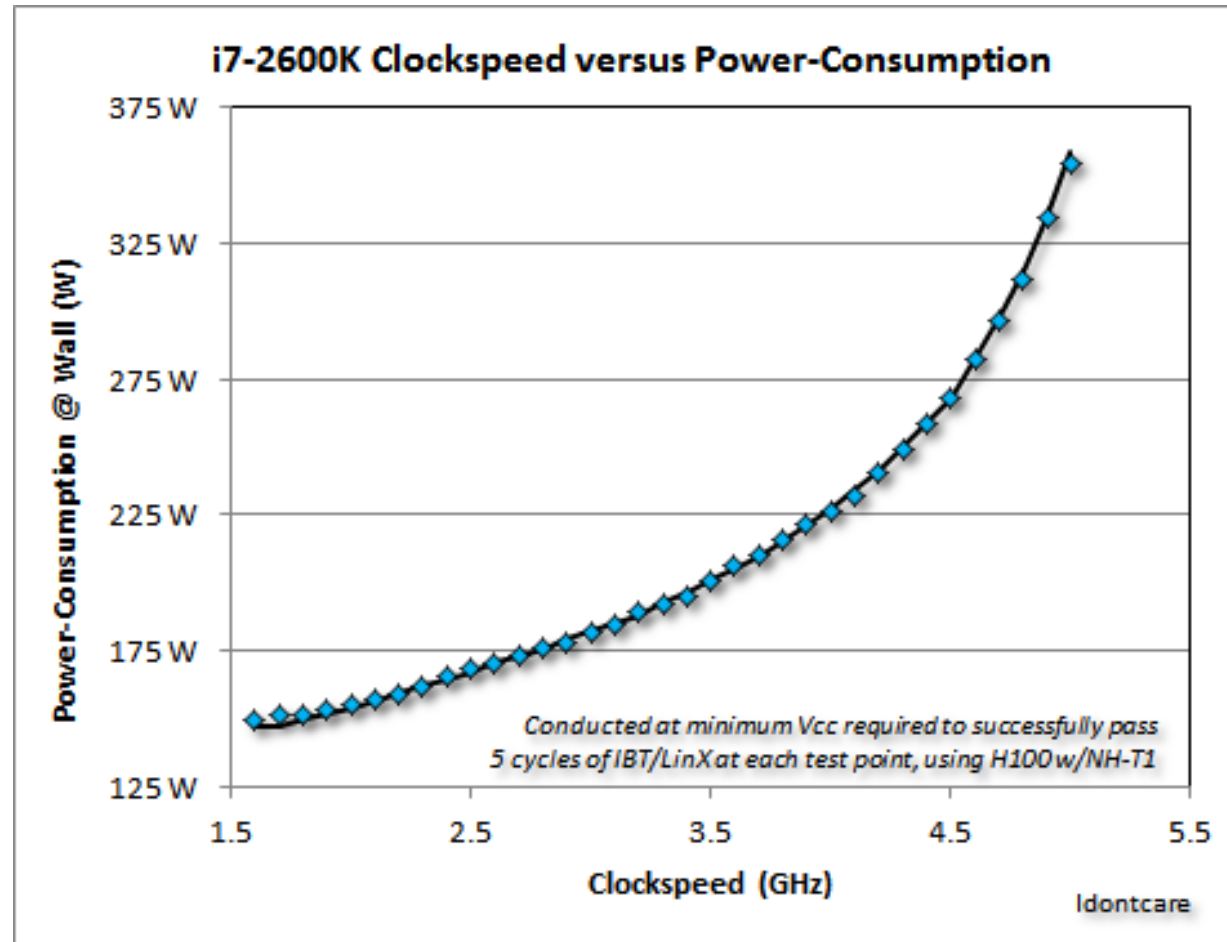
## PROBLEMAS: TAMAÑO DEL TRANSISTOR Y EFECTO TÚNEL





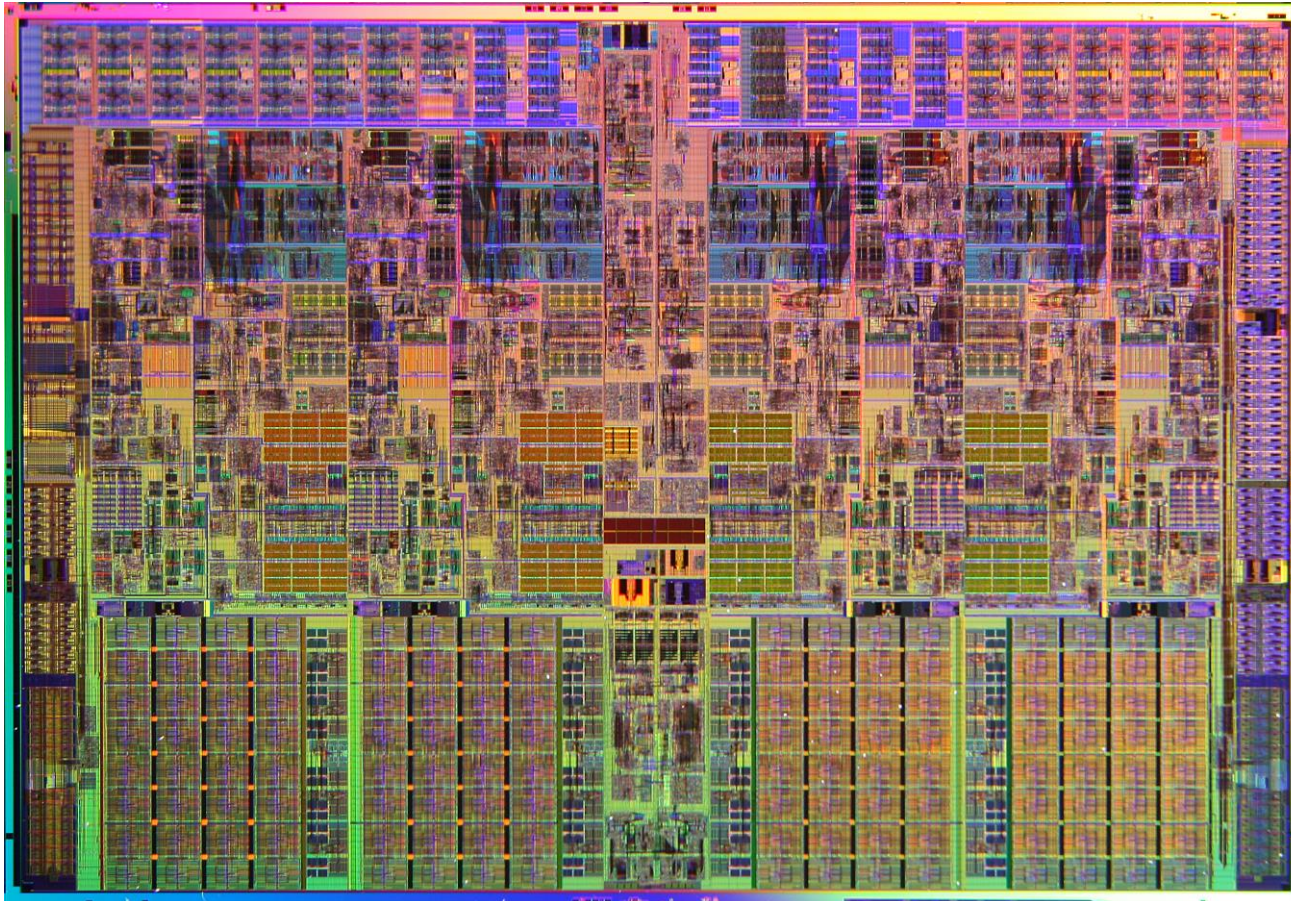
# LA LEY DE MOORE

## PROBLEMAS: CONSUMO ENERGÉTICO Y DISIPACIÓN DE CALOR



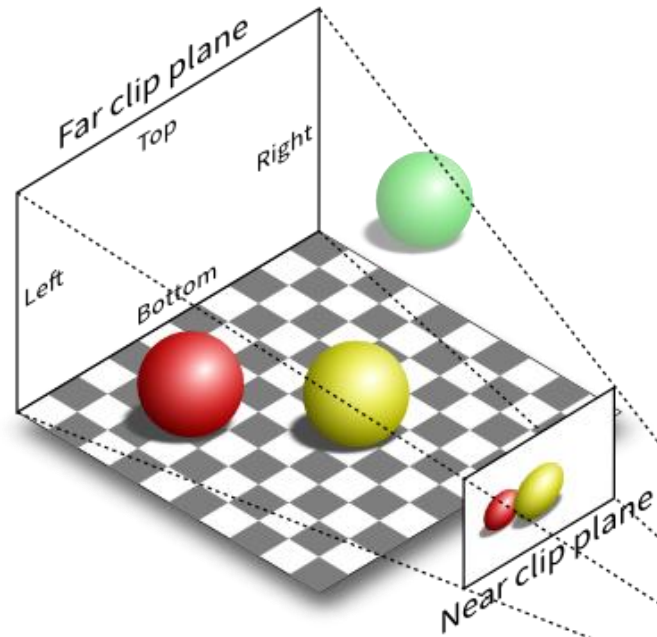
# LA LEY DE MOORE

¿CÓMO CONTINUAR ESCALANDO? MULTICORE

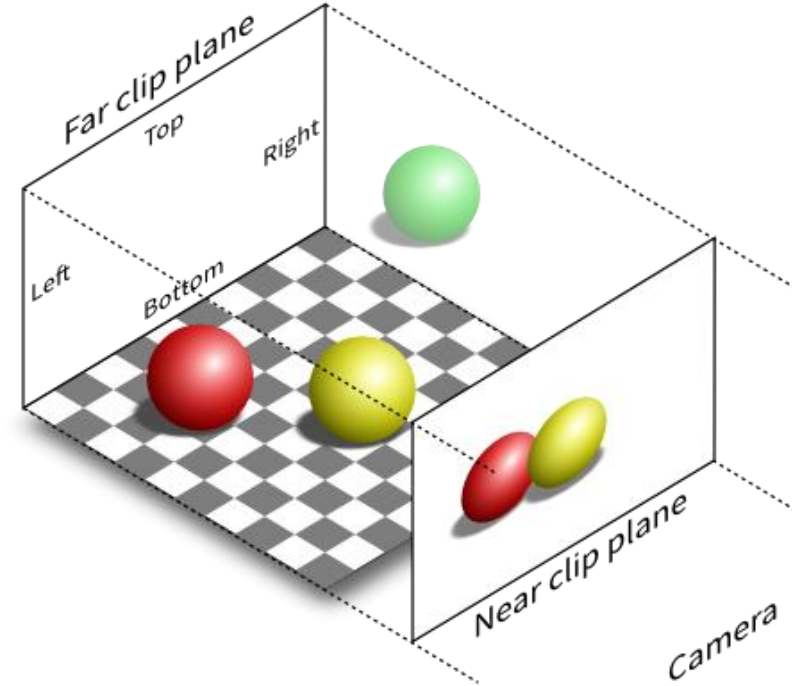


# EL PIPELINE GRÁFICO

## RENDERING



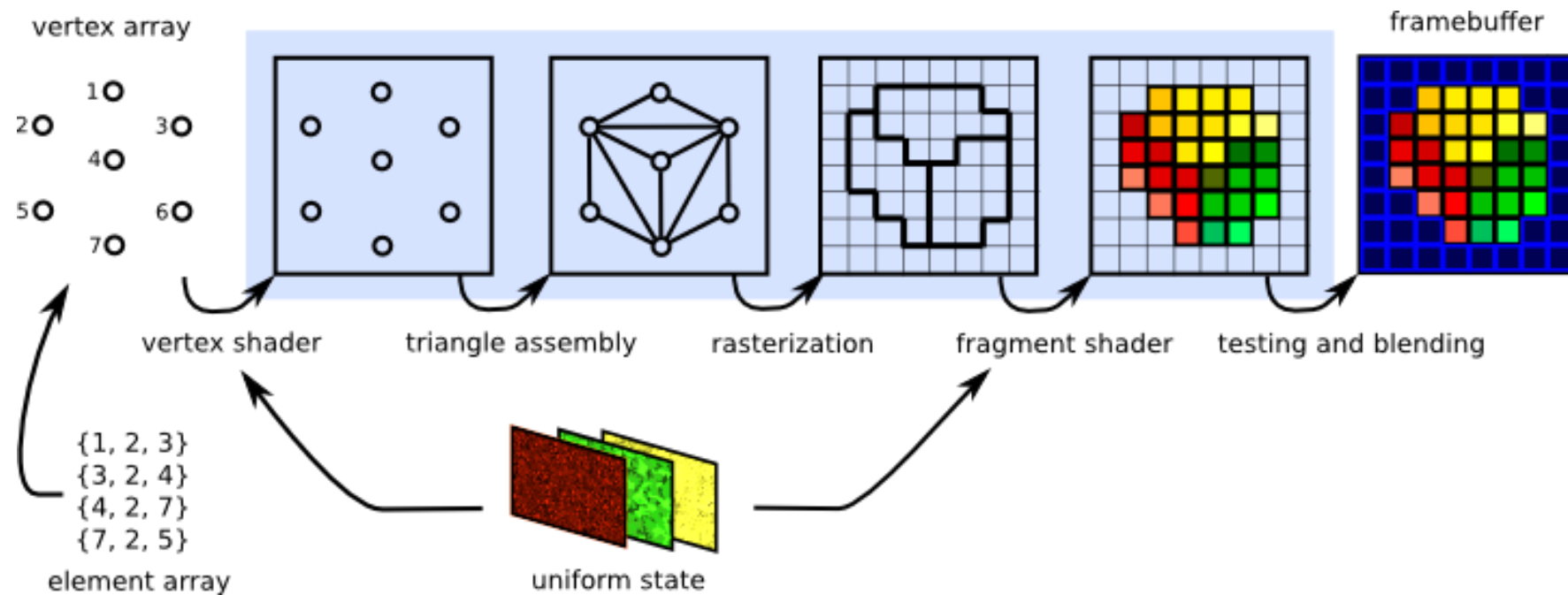
Perspective projection (P)



Orthographic projection (O)

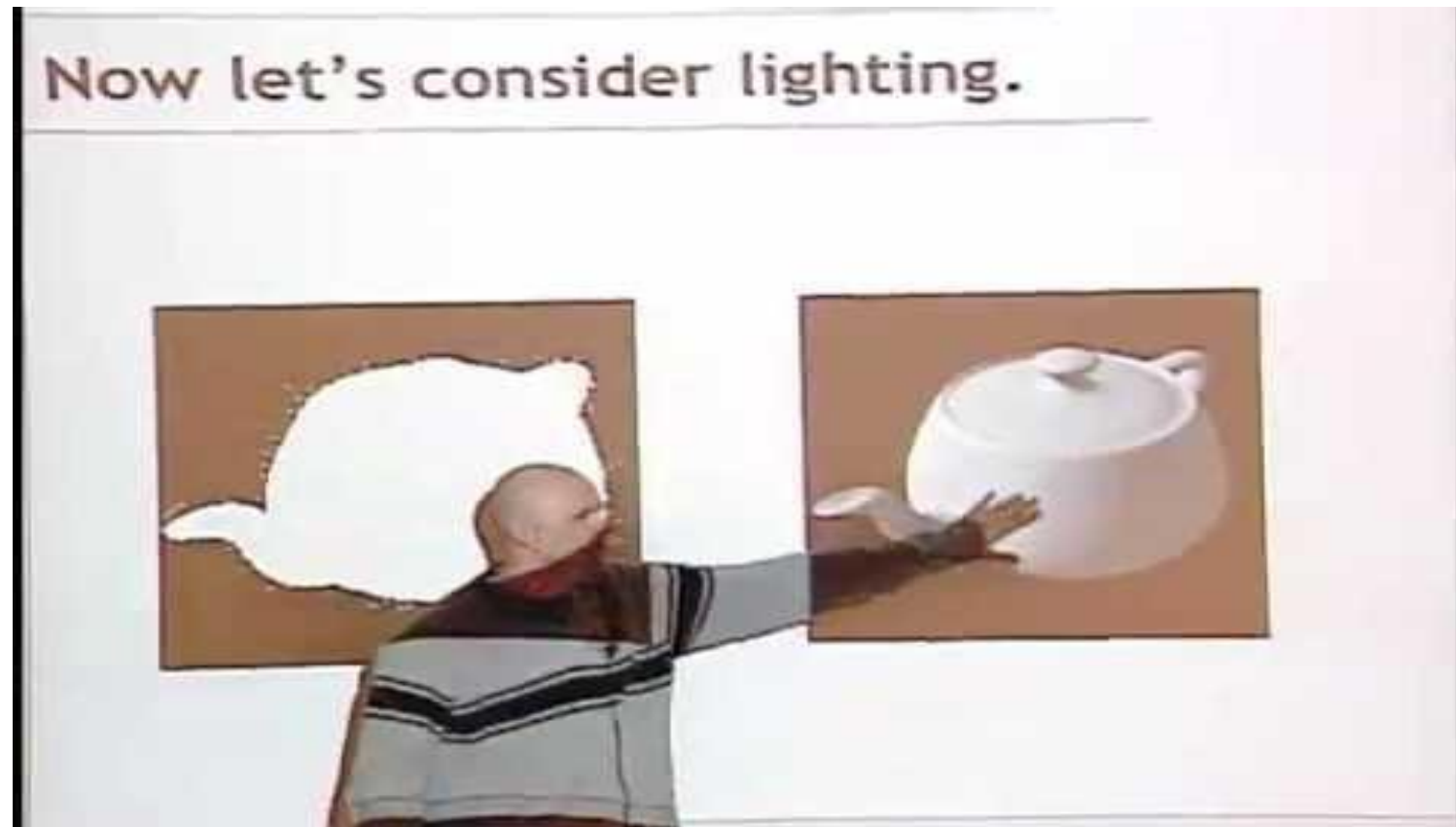
# EL PIPELINE GRÁFICO

## RENDERING



# EL PIPELINE GRÁFICO

OpenGL GRAPHICS PIPELINE OVERVIEW por Owens





# EL PIPELINE GRÁFICO

## RAY TRACING



# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

GEFORCE 256 (1999)



# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

## GEFORCE 256 (1999)

"A SINGLE-CHIP PROCESSOR WITH INTEGRATED TRANSFORM, LIGHTING, TRIANGLE SETUP/CLIPPING, AND RENDERING ENGINES THAT IS CAPABLE OF PROCESSING A MINIMUM OF 10 MILLION POLYGONS PER SECOND."

# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

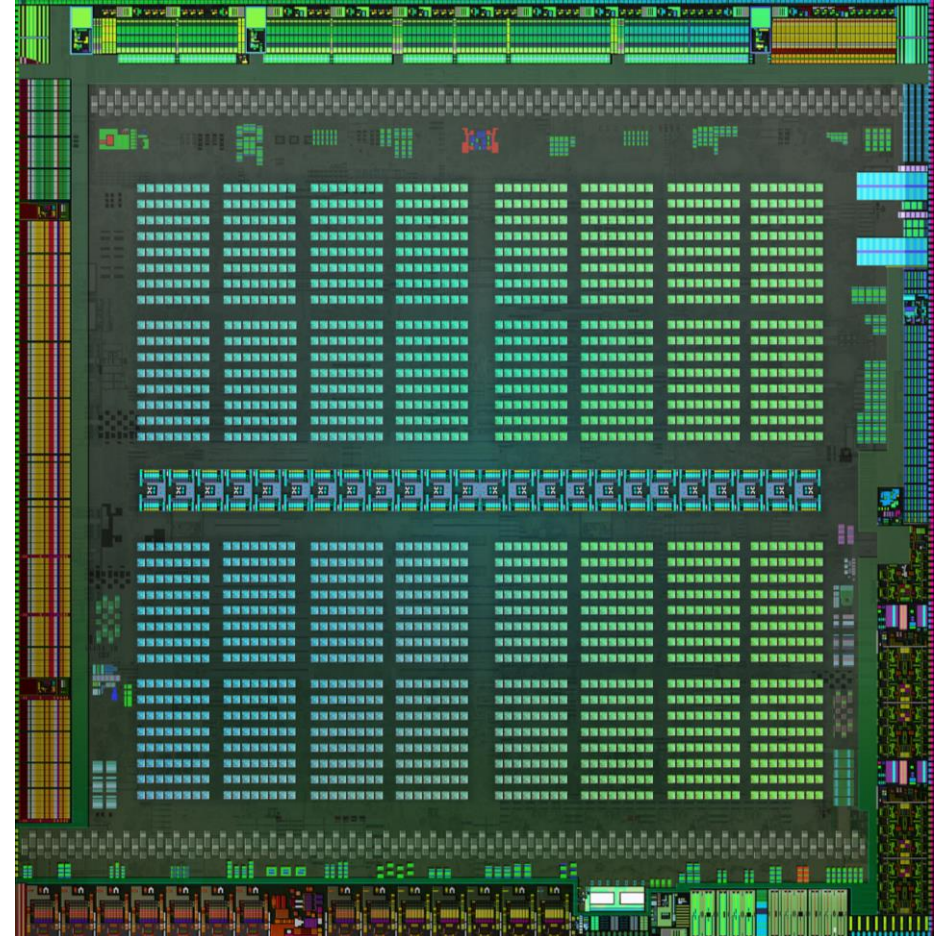
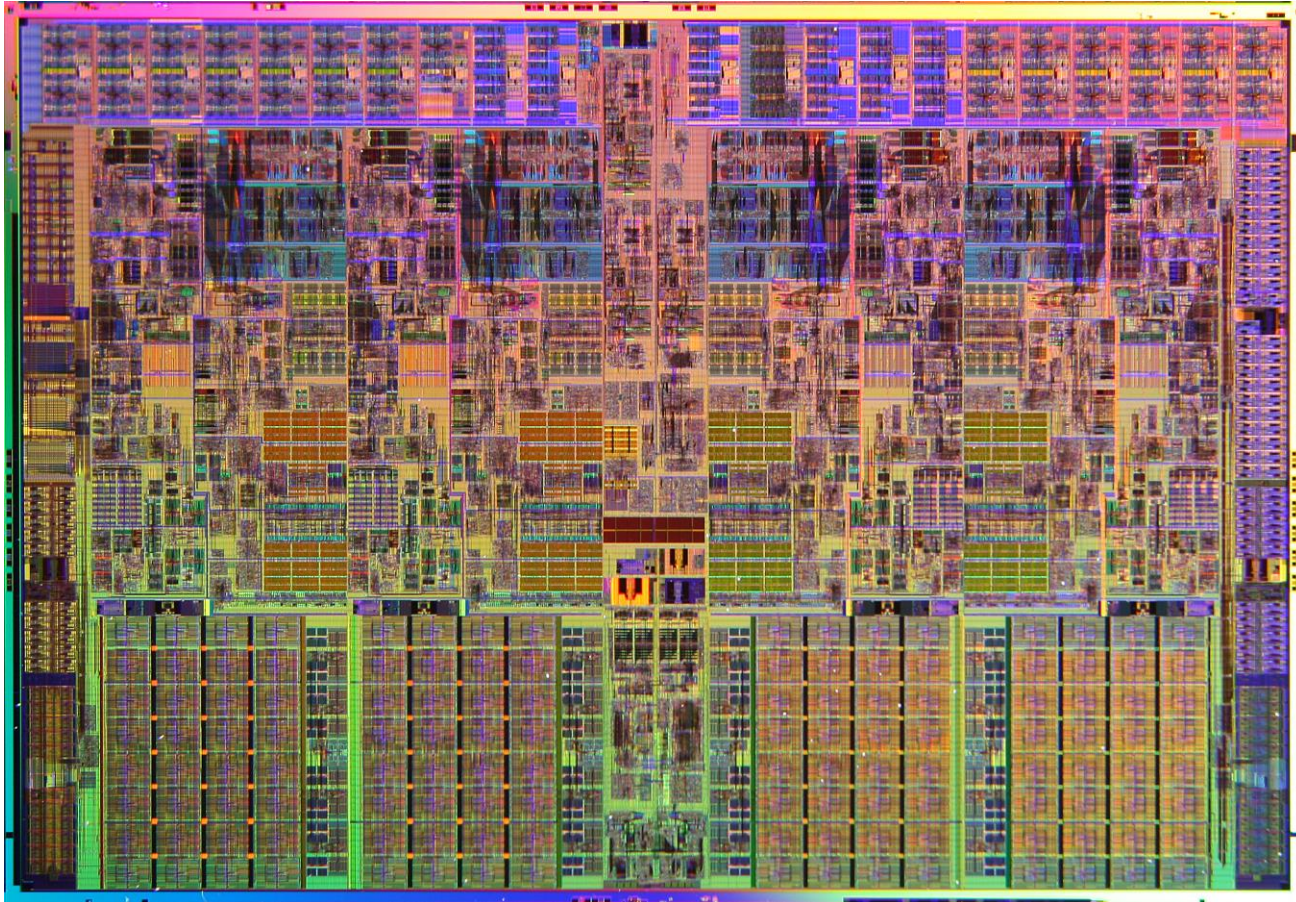
## GEFORCE 256 TECH DEMO





# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

## LA ESENCIA DE LA GPU





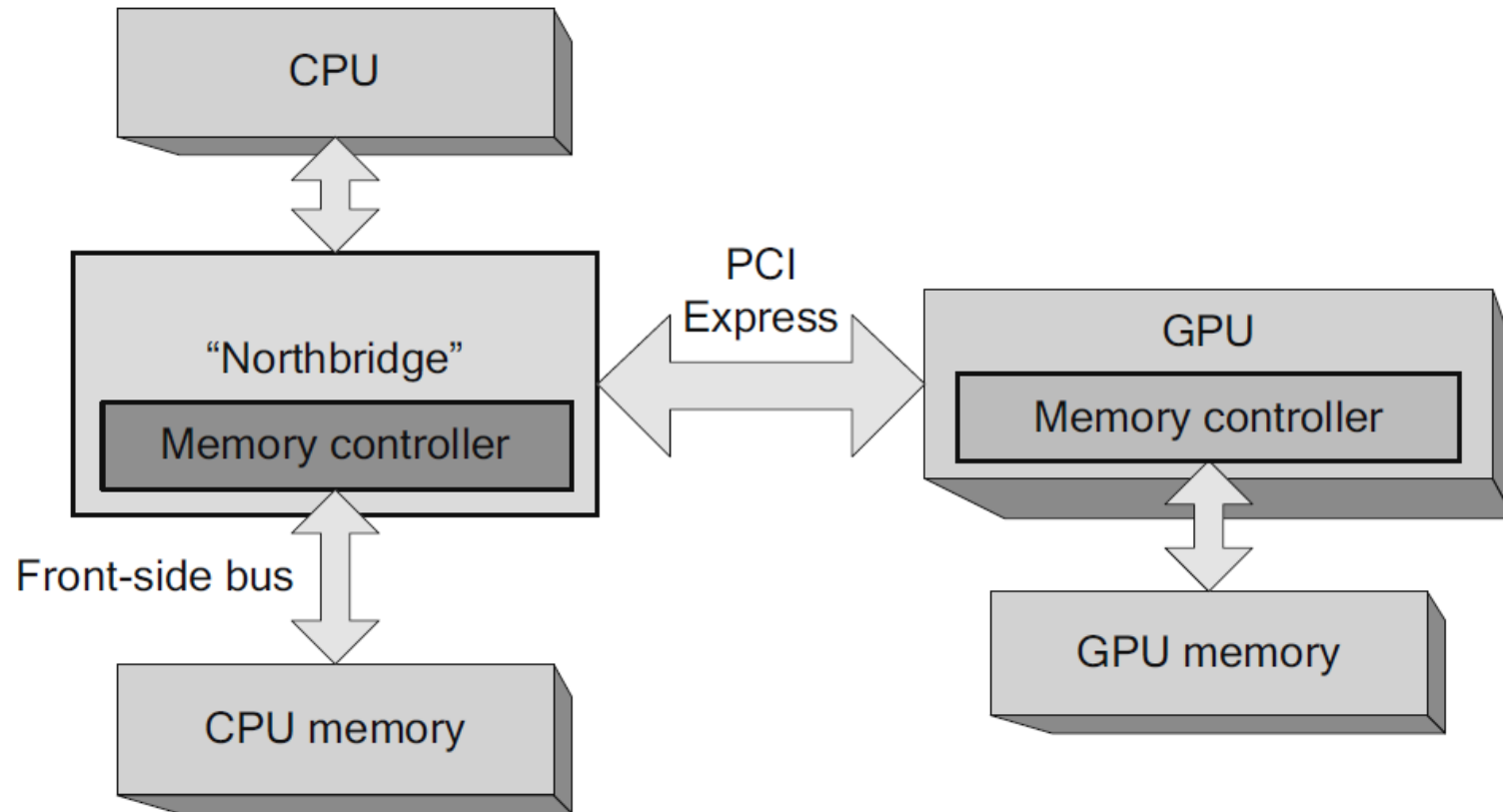
# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

DEJEMOS QUE LOS CAZADORES DE MITOS LO EXPLIQUEN



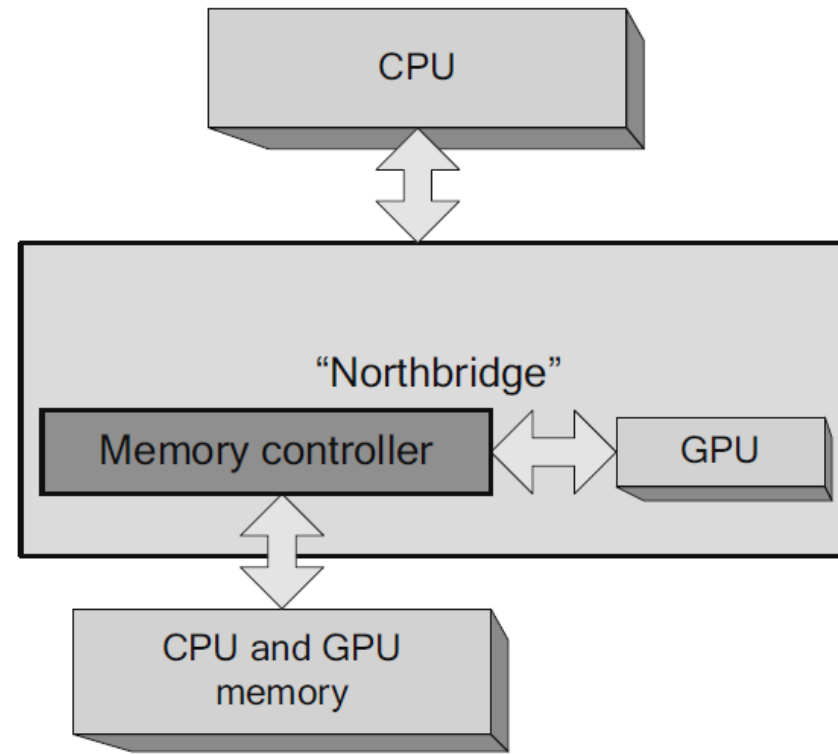
# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

## ARQUITECTURA CPU/GPU TÍPICA



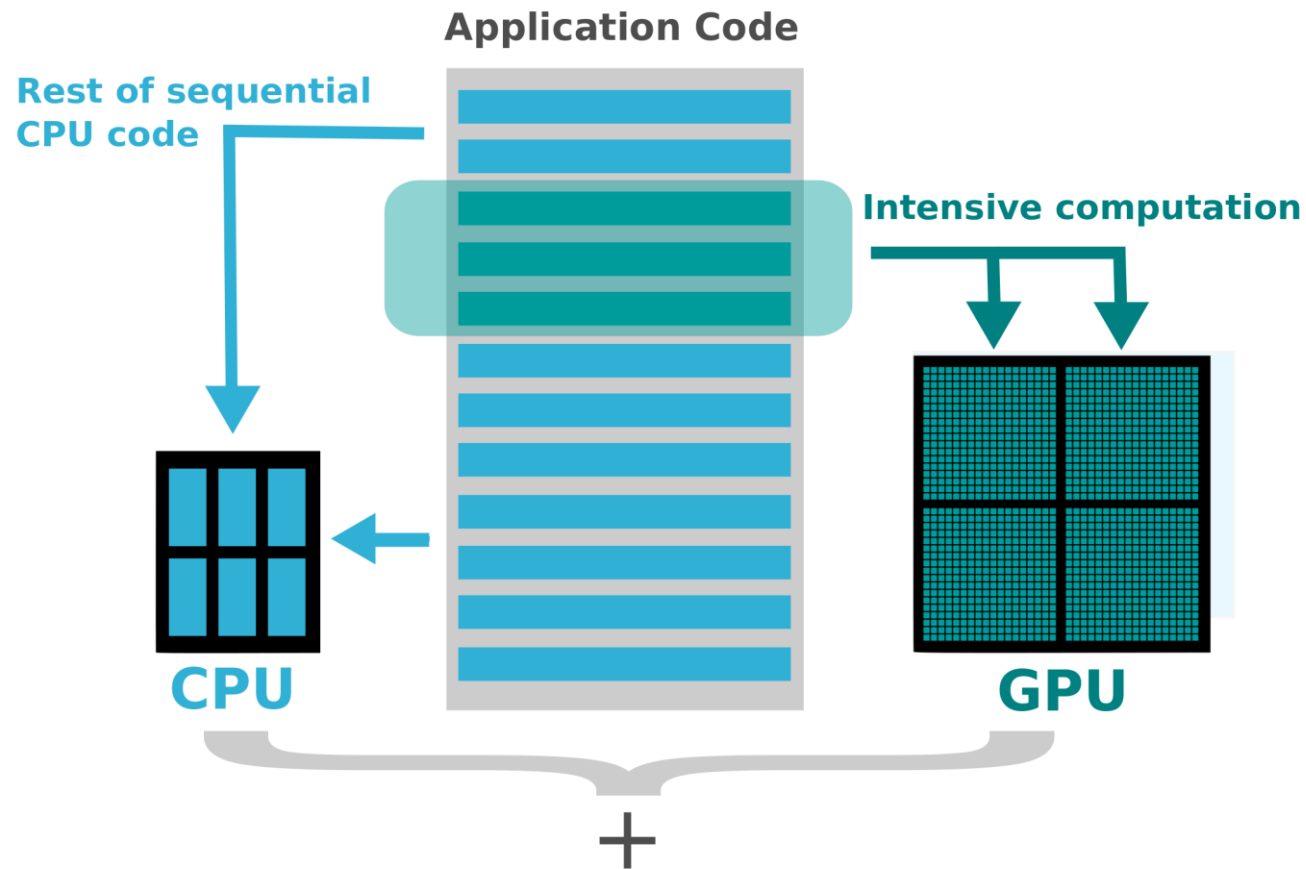
# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

## ARQUITECTURA CPU/GPU INTEGRADA



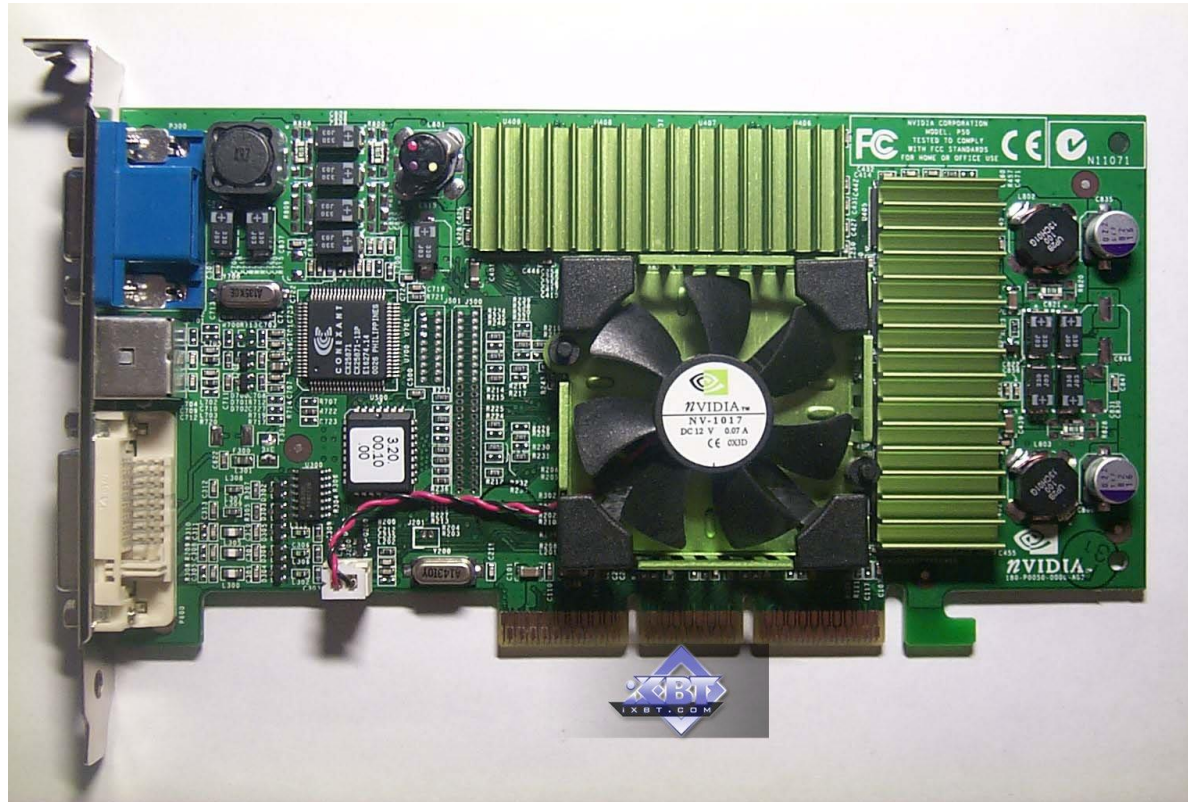
# LA UNIDAD DE PROCESAMIENTO GRÁFICO (GPU)

## COMPUTACIÓN HETEROGÉNEA



# PRIMEROS PASOS EN COMPUTACIÓN SOBRE GPU<sub>s</sub>

## GEFORCE 3 CON VERTEX Y PIXEL SHADERS PROGRAMABLES (2001)





# PRIMEROS PASOS EN COMPUTACIÓN SOBRE GPUS

## GEFORCE 3 TECH DEMO



# PRIMEROS PASOS EN COMPUTACIÓN SOBRE GPUS

## ENGAÑAR A LA GPU EMPLEANDO APIs GRÁFICAS (OPENGL O DIRECTX)

```
float saxpy (  
    float2 coords : TEXCOORD0,  
    uniform sampler2D textureY,  
    uniform sampler2D textureX,  
    uniform float alpha ) : COLOR  
{  
    float result;  
    float yval=y_old[i];  
    float y = tex2D(textureY,coords);  
    float xval=x[i];  
    float x = tex2D(textureX,coords);  
    y_new[i]=yval+alpha*xval;  
    result = y + alpha * x;  
    return result;  
}
```

$$Y = Y + \text{alpha} * X$$

# PRIMEROS PASOS EN COMPUTACIÓN SOBRE GPUS

## LIMITACIONES QUE IMPIDIERON EL PROGRESO

CURVA DE APRENDIZAJE DE OPENGL/DIRECTX Y ESFUERZO DE TRADUCCIÓN

NECESIDAD DE APRENDER LENGUAJES DE SHADING (CG, GLSL)

SOPORTE DE FLOAT O DOUBLE NO GARANTIZADO

LIMITACIONES EN LOS PATRONES DE ESCRITURA Y LECTURA DE MEMORIA

CARENCIA DE HERRAMIENTAS DE DEPURACIÓN Y CONTROL DE ERRORES

RECURSOS LIMITADOS: MEMORIA, VELOCIDAD, FLEXIBILIDAD...

# ARQUITECTURA CUDA

GEFORCE 8800 GTX (2007)



# ARQUITECTURA CUDA

## GEFORCE 8800 GTX TECH DEMO

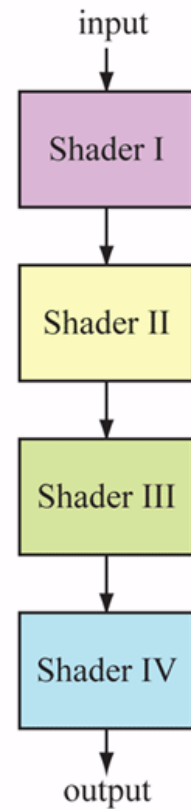




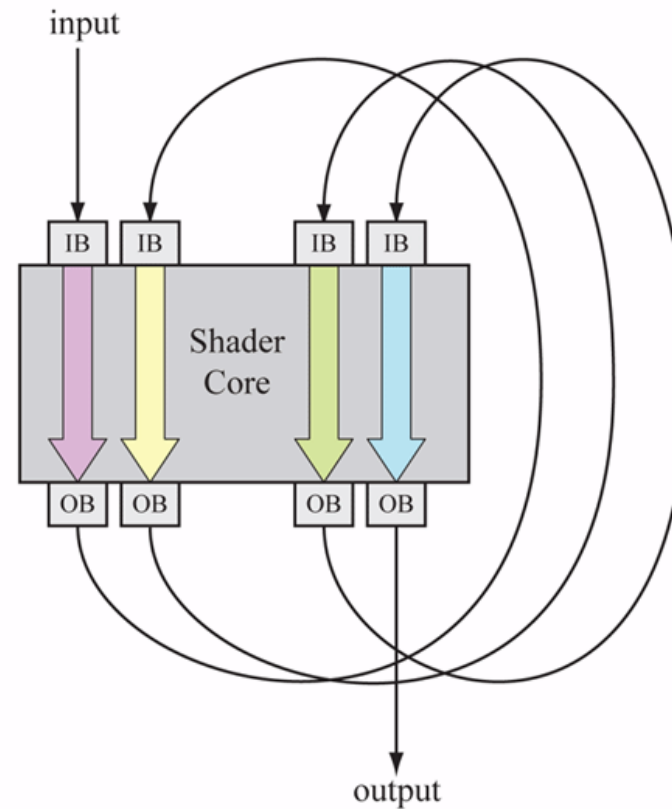
# ARQUITECTURA CUDA

## SHADERS UNIFICADOS

**Non-Unified Architecture**

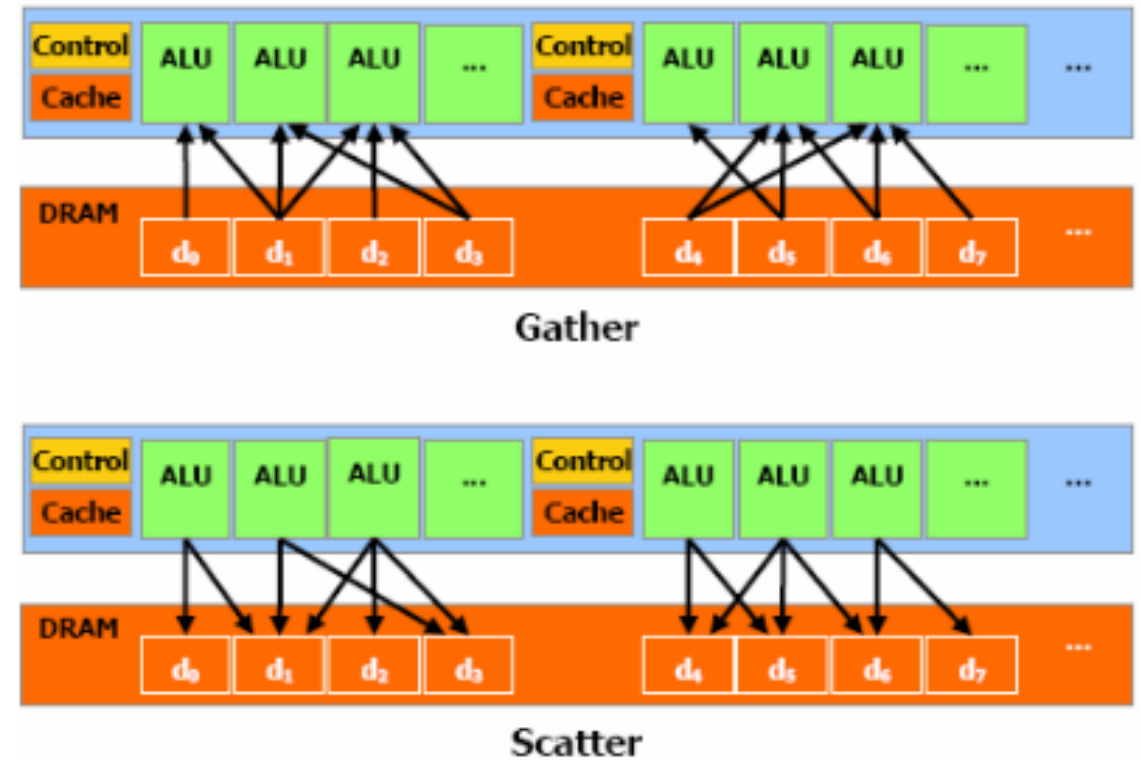
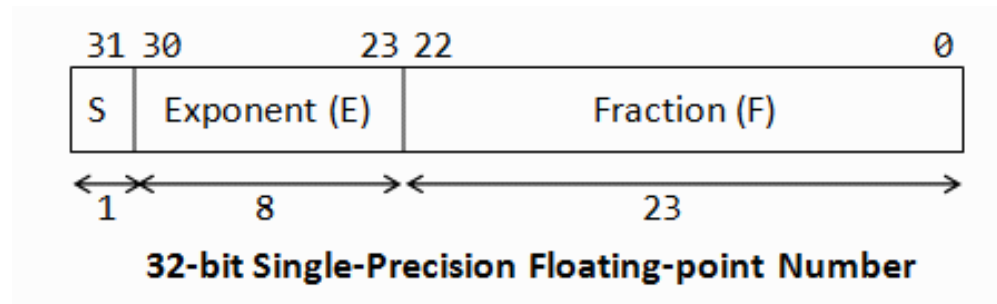


**Unified Shader Architecture**



# ARQUITECTURA CUDA

## PRECISIÓN FLOAT Y PATRONES DE ACCESO



# ARQUITECTURA CUDA

## ECOSISTEMA

ARQUITECTURA HARDWARE PROPIA

DRIVER ESPECIALIZADO PARA LA GPU

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN FLEXIBLE (BASADO EN C++ INICIALMENTE)

COMPILADOR Y ENTORNO DE DESARROLLO Y DEPURACIÓN

DOCUMENTACIÓN, TUTORIALES, DONACIONES

# GEFORCE® RTX

## GRAPHICS REINVENTED



# TURING

## REAL-TIME RAYTRACING



# TURING

## REAL-TIME SIMULATIONS





# APLICACIONES

## ¿QUÉ NECESIDAD HAY DE UN PROCESADOR GRÁFICO PARA CÓMPUTO GENERAL?

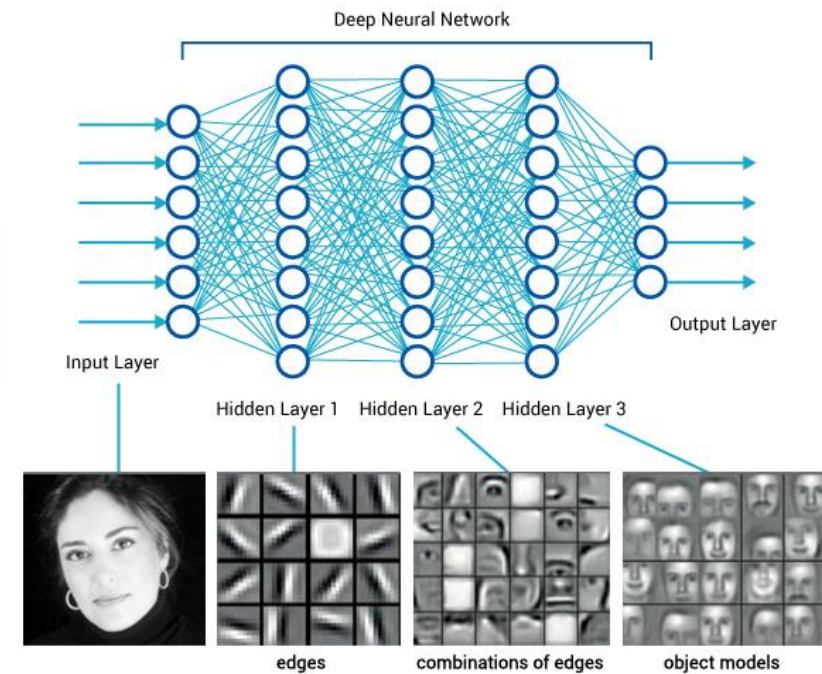
AR/VR



Coches  
Autónomos



Deep Learning



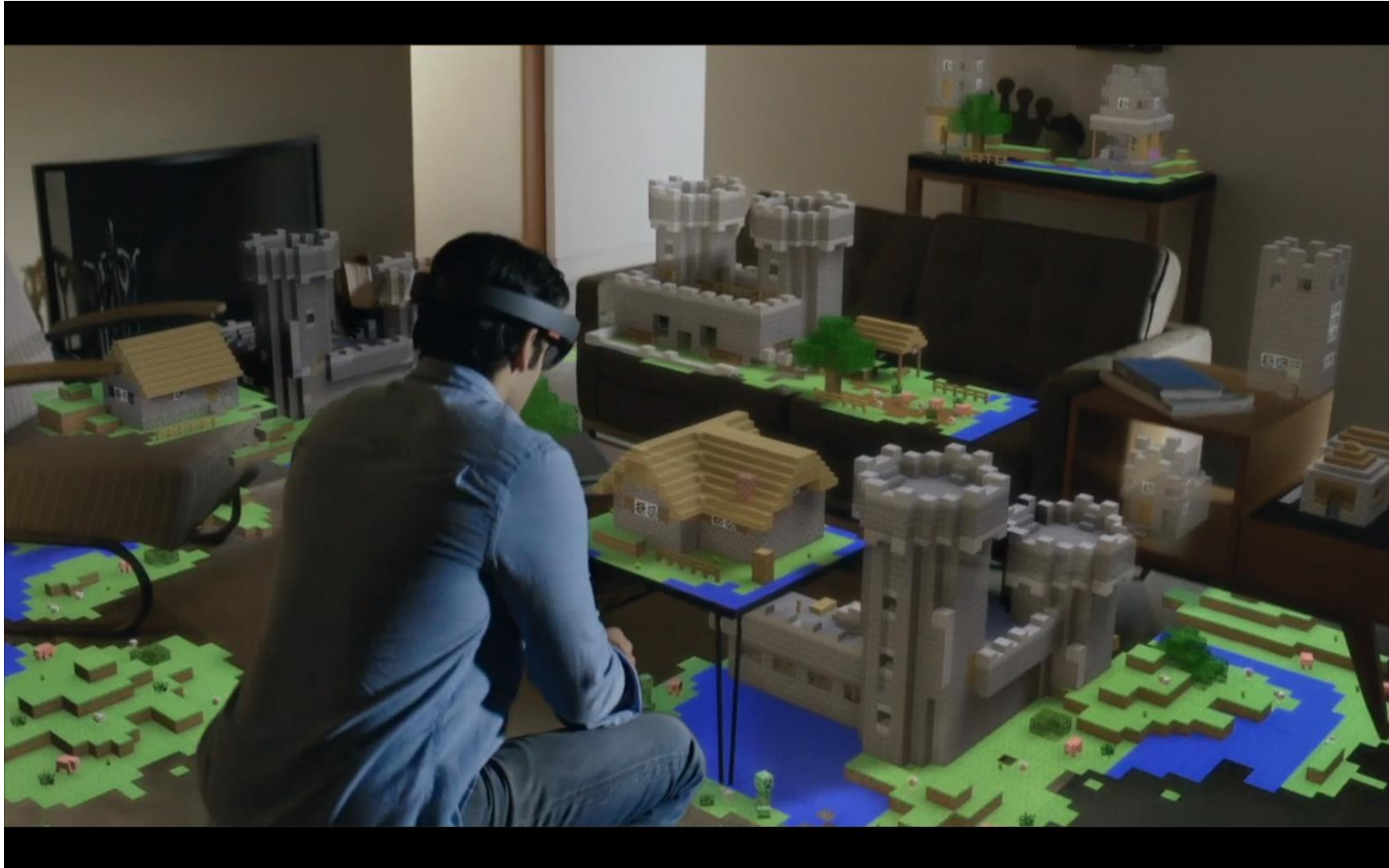
# APLICACIONES

## AR/VR



# APLICACIONES

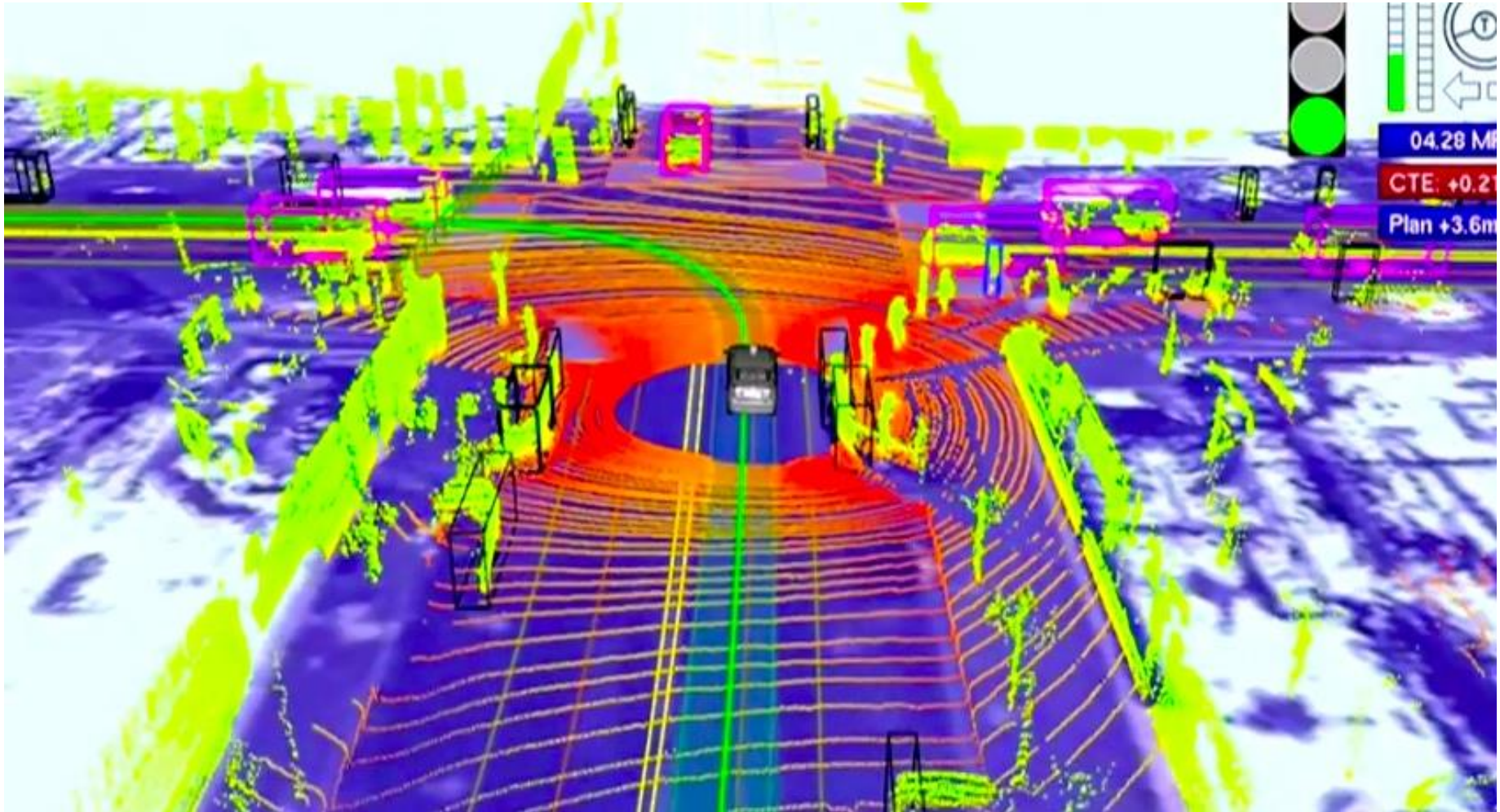
## AR/VR





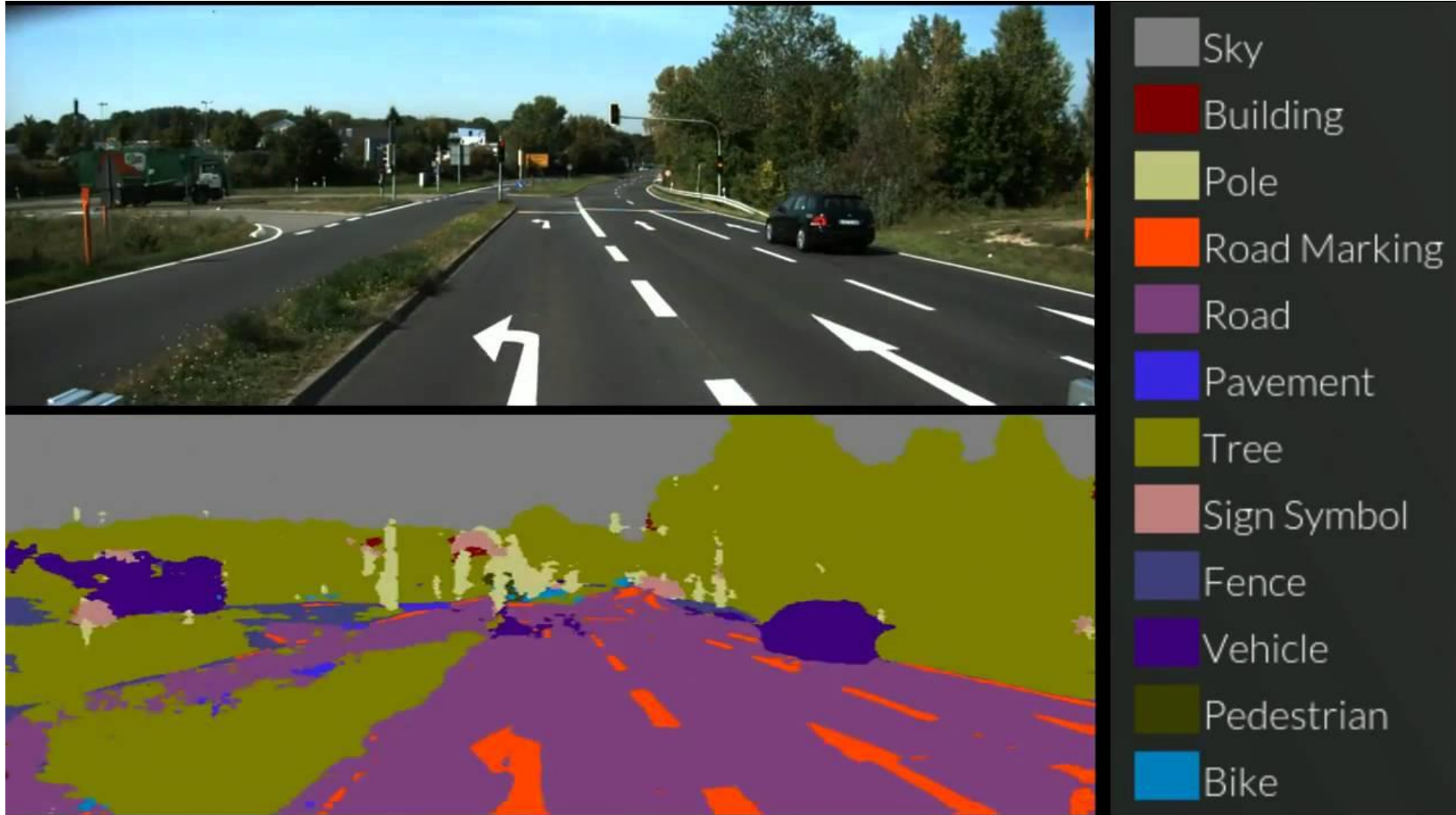
# APLICACIONES

## COCHES AUTÓNOMOS



# APLICACIONES

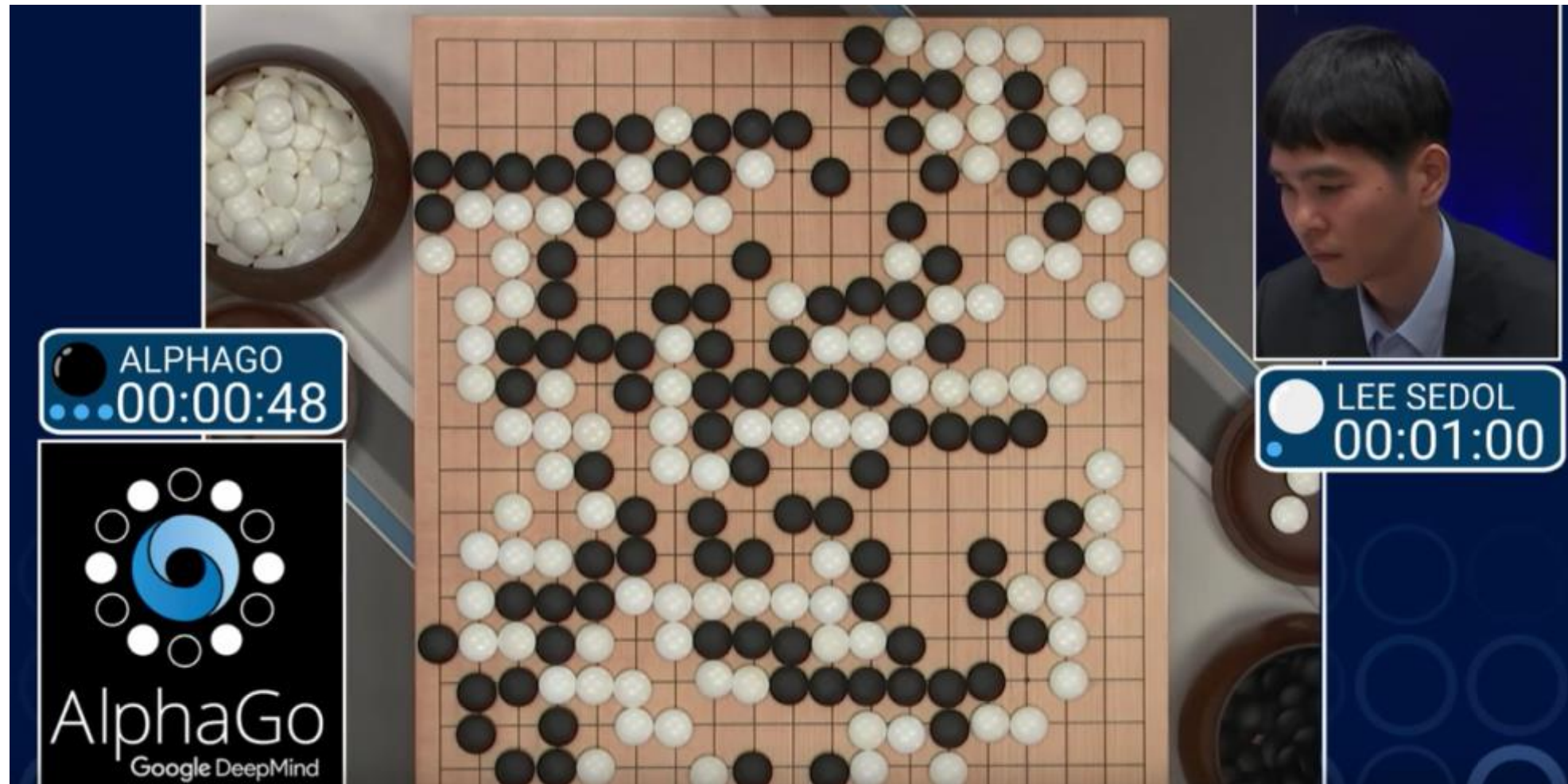
## COCHES AUTÓNOMOS





# APLICACIONES

## DEEP LEARNING





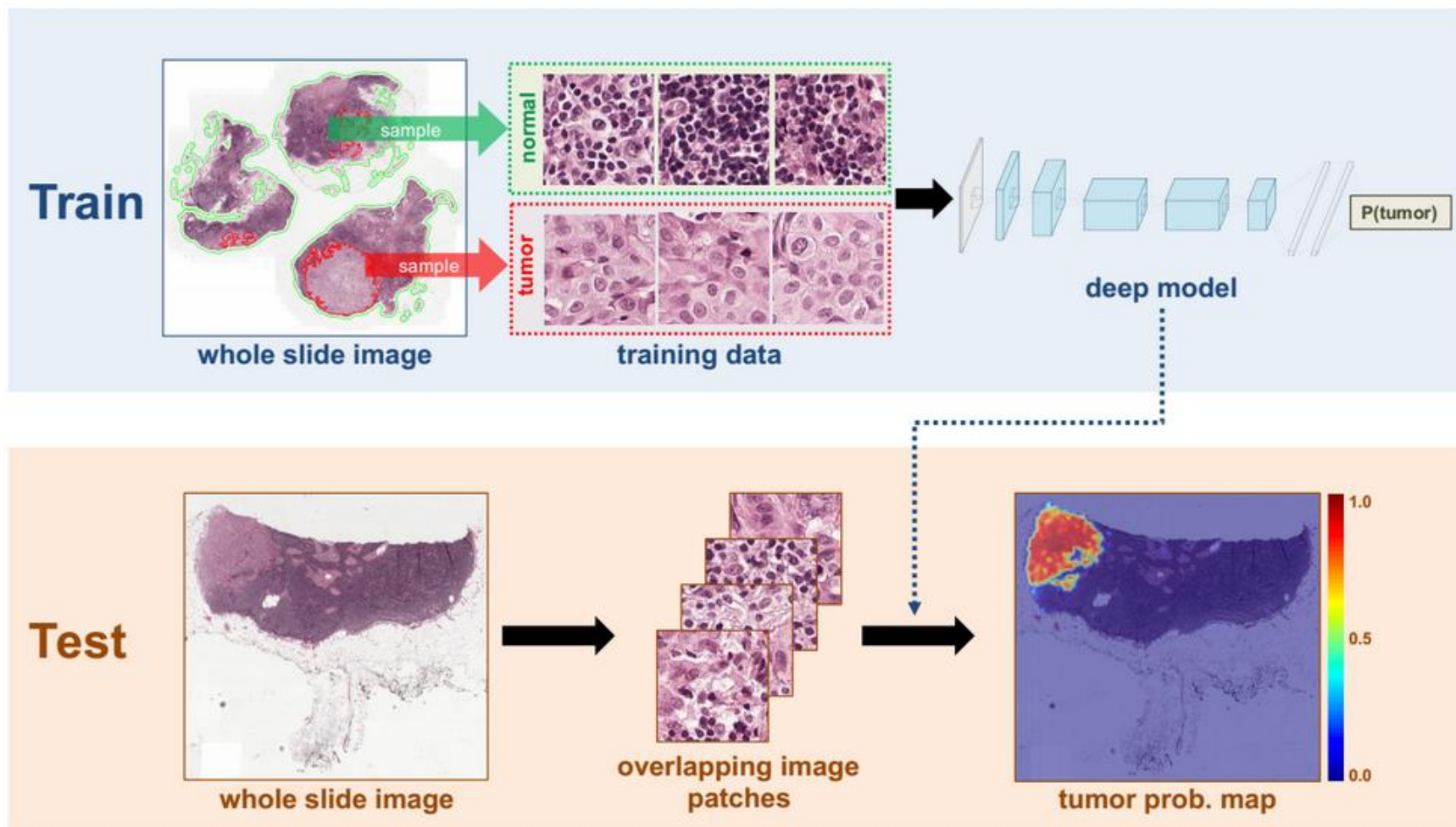
# APLICACIONES

## DEEP LEARNING



# APLICACIONES

## DEEP LEARNING





# 10X GROWTH IN GPU COMPUTING

2008

150,000  
CUDA Downloads

27  
CUDA Apps

60  
Universities Teaching

4,000  
Academic Papers

6,000  
Tesla GPUs

77  
Supercomputing Teraflops



2015



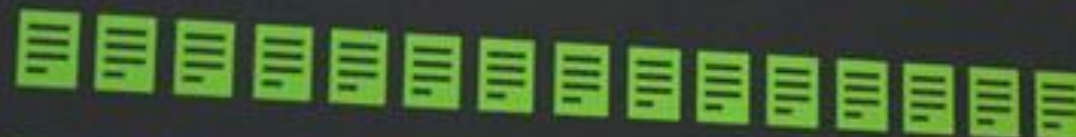
3 Million  
CUDA Downloads



319  
CUDA Apps



800  
Universities



60,000  
Academic Papers



# INICIOS Y EVOLUCIÓN DE LOS PROCESADORES GRÁFICOS (GPUs)

JGPU 2020

Albert García-García < [agarcia@dtic.ua.es](mailto:agarcia@dtic.ua.es) >