

# El impacto de asistentes basados en IA en la enseñanza-aprendizaje de la programación

**Francisco de Sande<sup>1</sup> y Pablo López<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas

<sup>2</sup>Instituto de Astrofísica de Canarias

Universidad de La Laguna

Granada, 5 de julio de 2023

# Contenido

- Introducción
  - Contexto
  - Informática Básica
  - Jutge.org
- Experiencias con ChatGPT
- Conclusiones
- Referencias



# Contexto



EL PAÍS

## Tecnología

TU TECNOLOGÍA · CIBERSEGURIDAD · PRIVACIDAD · INTELIGENCIA ARTIFICIAL · INTERNET · GRANDES TECNOLÓGICAS · ÚLTIMAS NOTICIAS

INTELIGENCIA ARTIFICIAL >

### Los principales creadores de la IA alertan sobre el “peligro de extinción” que supone esta tecnología para la humanidad

Una carta abierta firmada por los líderes de OpenAI, Google DeepMind y Anthropic compara esta tecnología con la pandemia o una guerra nuclear



# Contexto

DeepMind acaba de crear un algoritmo de ordenación que es un 70% más rápido que todos los que existían



# Informática Básica (IB)

- **Titulación:** Grado en Ingeniería Informática, ULL
- **Curso:** 1
- **Duración:** Primer cuatrimestre
- **Carácter:** Formación Básica
- **Créditos ECTS:** 6,0
- **Trabajo semanal:** 2h Teoría, 1h Problemas, 1h Prácticas
- **Sesiones de prácticas de programación:** 20 estudiantes por grupo

Coincidir

Cualquiera ⇅

Roles



Escriba o seleccione... ▼

Estudiante x



Agregar condición

252 participantes encontrados



# Jutge (UPC) <https://jutge.org>

- Plataforma en línea para el aprendizaje y la práctica de la programación y la resolución de problemas algorítmicos
- Utilizado por estudiantes, programadores y profesorado
- Más de 2100 problemas de programación de diferentes niveles de dificultad para desafiar y mejorar las habilidades de los usuarios

## *Jutge.org*

The Virtual Learning Environment for Computer Programming

### Hello world!

P68688\_en

Write a program that prints a line with the message "Hello world!".

#### Input

There is not input: the program does not read anything.

#### Output

Print exactly the required text in a line.

#### Observation

This problem is atypical, because we do not need to read any input, and we always have to print the same. It is very easy!

#### Sample input 1

Input does not matter.

#### Sample input 2

Really: Input does not matter!

#### Sample output 1

Hello world!

#### Sample output 2

Hello world!

#### Problem information

Author : Jordi Petit

Translator : Carlos Molina

Generation : 2020-07-27 23:25:30

© Jutge.org, 2006–2020.

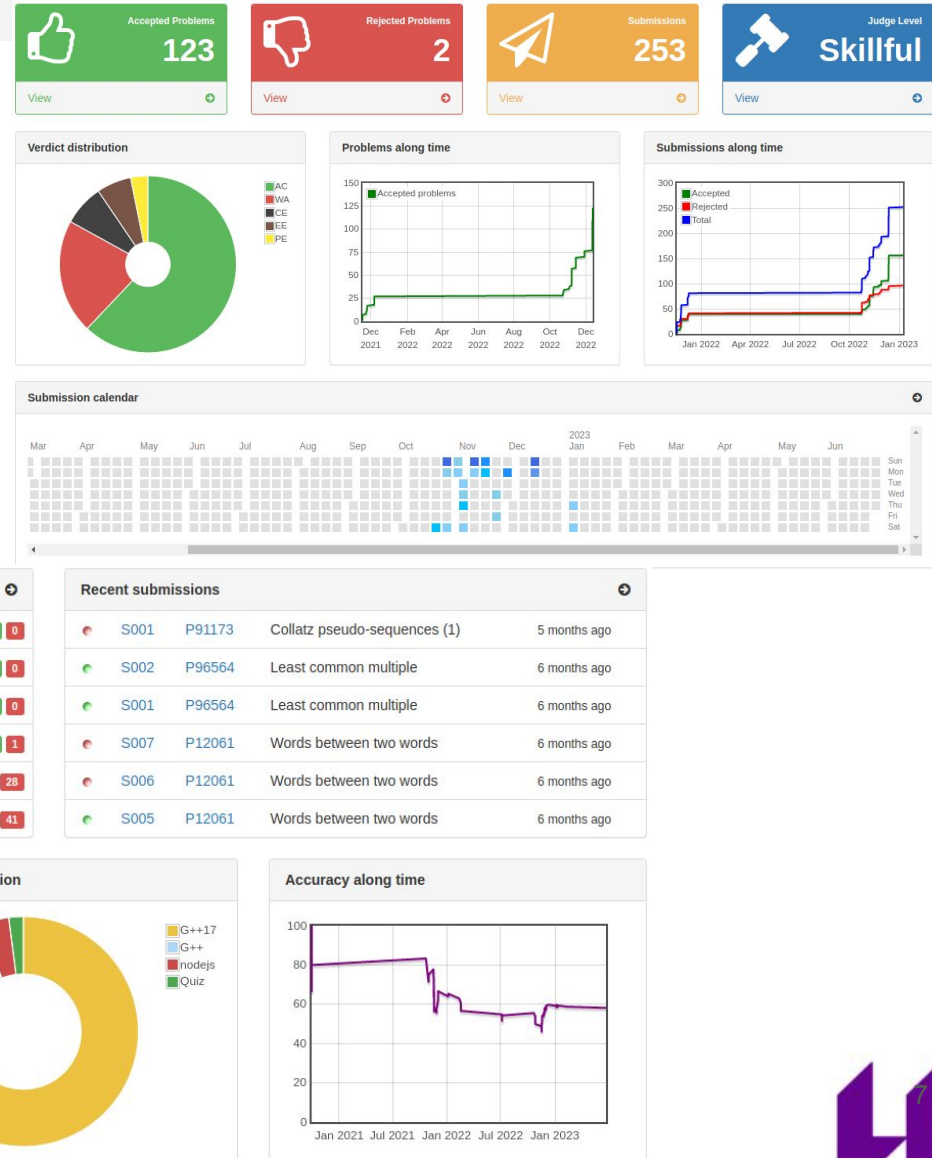
<https://jutge.org>





# Jutge.org

- Muestra indicadores de realización de problemas propuestos en la asignatura
- Permite monitorizar la evolución del alumnado



# Jutge.org

- Para cada envío de una solución a un problema, *Jutge.org* dicta un “veredicto”
- Esencialmente, *Jutge.org* solo comprueba la corrección funcional del programa

AC	Accepted
PE	Presentation Error
WA	Wrong Answer
IC	Invalid Character
EE	Execution Error
CE	Compilation Error
NC	Noncompliant Solution
Pending	Pending Submission
SE	Setter Error
SC	Scored
IE	Internal Error
FE	Fatal Errors
ID	Independence Declaration

## Code metrics

	nloc	toks	com	dif	ccn
Submission	43	331	39	38.6	4
Foreword	3	22			1
EncryptLetter	9	82			2
EncryptText	17	142			4
main	11	73			3
Solution	18	111		25	4
Ratio	2.4	3.0		1.5	1.0





# AC: Accepted



**Verdict** Accepted

**Acronym** AC (●)

**Meaning** Your program seems correct

That is, your program did not crash with any test case, it was fast enough compared to the Judge's solution, and its output for every case always matched the output of the Judge's solution

For most problems, the match must be strict, although a few statements concede some flexibility



# Evaluación de prácticas en IB

- En cada sesión de evaluación se le pide al alumnado que resuelva un pequeño número de problemas (programas) de *Jutge.org*
- La evaluación de la sesión depende no solo del número de problemas resuelto sino de la calidad del código desarrollado
- Que el código compile, funcione correctamente y pase los tests públicos y privados de *Jutge.org* es imprescindible
- Pero se revisan otros requisitos de calidad que se consideran tanto o más relevantes que el anterior, y que se introducen gradualmente



# Calidad del código

- Guía de estilo de referencia
- Correcto sangrado del código
- Adecuado uso de espacios y signos de puntuación
- Adhesión a las reglas de nombrado de identificadores, variables, funciones, clases, métodos, etc.
- Los identificadores utilizados han de ser significativos
- Los programas han de escribirse de forma modular incorporando diversas funciones en la solución

GOOGLE-STYLE



# Calidad del código

- Todos los ficheros, funciones y métodos del código han de incluir un breve prólogo con comentarios en formato Doxygen exponiendo la información más relevante sobre el elemento en cuestión
- La compilación de todos los programas ha de automatizarse mediante el uso de herramientas como `make` o `cmake`
- Se enfatiza que los parámetros de tipos estructurados que se pasen a una función/método se pasen como referencias, cualificadas como constantes si procede
- Se promueve que los métodos definidos en las clases sean *const friendly*



# Calidad del código

```
/**
 * @brief Function that determines if a given number is prime or not.
 *
 * @param number The number to check for primality.
 * @return true if the number is prime, false otherwise.
 */
bool IsPrime(int number) {
    if (number <= 1) return false; // 1 and 0 are not considered prime.
    if (number <= 3) return true; // 2 and 3 are prime.
    if (number % 2 == 0 || number % 3 == 0) return false; // Check for divisibility by 2 and 3.
    for (int i = 5; i * i <= number; i += 6) { // Check for divisibility by numbers of the form 6k +/- 1
        if (number % i == 0 || number % (i + 2) == 0) return false;
    }
    return true;
}
```



# Experiencia

- Solicitamos a ChatGPT la resolución en C++ de diversos problemas de Jutge.org
- Estos experimentos están disponibles en un repo de GitHub
- Copiar y pegar los enunciados del ejercicio tal como figura en la plataforma
- Diálogos en inglés / español
- Las soluciones del bot no siguen reglas de estilo a la hora de codificar





# Fermat's last theorem

A famous theorem of the mathematician Pierre de Fermat, proved after more than 300 years, states that, for any natural number  $n \geq 3$ , there is no natural solution (except for  $x = 0$  or  $y = 0$ ) to the equation

$$x^n + y^n = z^n.$$

For  $n = 2$ , by contrast, there are infinite non-trivial solutions. For instance,  $3^2 + 4^2 = 5^2$ ,  $5^2 + 12^2 = 13^2$ ,  $6^2 + 8^2 = 10^2$ , ....

Write a program that, given four natural numbers  $a, b, c, d$  with  $a \leq b$  and  $c \leq d$ , prints a natural solution to the equation

$$x^2 + y^2 = z^2$$

such that  $a \leq x \leq b$  and  $c \leq y \leq d$ .



# Fermat's last theorem

## Input

Input consists of four natural numbers  $a, b, c, d$  such that  $a \leq b$  and  $c \leq d$ .

## Output

Print a line following the format of the examples, with a natural solution to the equation

$$x^2 + y^2 = z^2$$

that fulfills  $a \leq x \leq b$  and  $c \leq y \leq d$ . If there is more than one solution, print the one with the smallest  $x$ . If there is a tie in  $x$ , print the solution with the smallest  $y$ . If there are no solutions, print "No solution!".

### Sample input 1

2 5 4 13

### Sample output 1

$3^2 + 4^2 = 5^2$

### Sample input 2

1 1 1 1

### Sample output 2

No solution!



# Dialogando con un LLM

- Could you please avoid the use of single character identifiers and use meaningful names instead?
- Please, use a function called from *main()* in your solution
- Can you make your code compliant with the Google Style Guide for C++?
- Can you avoid the use of `"using namespace std"`?
- Can you write a space on both sides of any binary operator, as the Google Style Guide for C++ requires?
- Can you finally include Doxygen format header comments in the code?



# Primality

- Determinar si cada uno de los números naturales de una secuencia es primo o no
- Versión inicial: algoritmo de fuerza bruta
- Veredicto: *Execution Error (time limit exceeded)*



# Primality

- *Could you optimize the `is_prime()` function for a better performance?*



```
/**
 * @brief Function that determines if a given number is prime or not.
 *
 * @param number The number to check for primality.
 * @return true if the number is prime, false otherwise.
 */
bool IsPrime(int number) {
    if (number <= 1) return false; // 1 and 0 are not considered prime.
    if (number <= 3) return true;  // 2 and 3 are prime.
    if (number % 2 == 0 || number % 3 == 0) return false; // Check for divisibility by 2 and 3.
    for (int i = 5; i * i <= number; i += 6) { // Check for divisibility by numbers of the form 6k +/- 1
        if (number % i == 0 || number % (i + 2) == 0) return false;
    }
    return true;
}
```

# Increasing pairs

- Calcular el número de pares de números consecutivos en una secuencia en los que el segundo número del par sea mayor que el primero
- La solución inicial pasa los tests públicos pero no logra un veredicto AC por fallo en algún test privado
- Se indica el error al bot y éste entrega una segunda versión que resuelve algún caso particular de fallo pero que tampoco logra veredicto AC
- En un tercer intento, ChatGPT logra una versión que pasa todos los tests del juez





# La clase Box

```
class Box {  
    public:  
        int length() const { return length_; }  
        int width() const { return width_; }  
        int height() const { return height_; }  
        double weight() const { return weight_; }  
    private:  
        int length_;  
        int width_;  
        int height_;  
        double weight_;  
};
```

Definición parcial en C++ de una clase Box que representa una caja

Completa la definición de la clase incluyendo los constructores y métodos que consideres adecuado



# Aproximaciones sucesivas

- Queremos que el código siga las recomendaciones de la guía de Estilo de Google para C++.
- Escribe ahora la definición de los métodos que deberían incluirse en el fichero `.cc`
- Implementa la sobrecarga del operador de inserción (`<<`)
- ¿Podrías añadir comentarios en formato Doxygen para la función `operator<<`?
- Implementa la sobrecarga del operador de extracción (`>>`)
- Implementa la sobrecarga de operadores requerida para comprobar si una caja está antes que otra en un listado ordenado por volumen de mayor a menor



# Aproximaciones sucesivas

- Escribe el código de una función `main()` en la que se instancien 2 objetos de tipo `Box` con volúmenes diferentes y se muestre por pantalla cuál de los dos se encuentra antes en el listado de volumen
- Escribe un fichero `Makefile` para compilar el programa usando tres ficheros: `main-box.cc`, `box.cc` y `box.h`  
El compilador que queremos usar es `g++`
- ¿Qué ficheros deberían incluirse en `main-box.cc` para que el programa compile correctamente?
- ¿Qué declaraciones debería incluir en el fichero `box.h` para que el programa compile correctamente?

# Aproximaciones sucesivas

- Al compilar obtengo el siguiente error:

*In file included from main-box.cc:1: box.h:94:6: error: 'ostream' in namespace 'std' does not name a type*

- ChatGPT responde indicando:

*The error message you provided indicates that the compiler is unable to find the definition of std::ostream. This is likely because the <iostream> header file, which defines the std::ostream class, has not been included in the box.h file.*

*To fix this error, you need to include the <iostream> header file at the beginning of box.h*



# Conclusiones de la experiencia

- ChatGPT es capaz de resolver correctamente la mayoría de los problemas de *Jutge.org*, cumpliendo no solo con el requisito de un correcto funcionamiento sino también con los de buenas prácticas y estilo de programación que se exigen en IB
- En manos de una programadora experimentada, el sistema es una herramienta muy valiosa para la realización de tareas relativamente sofisticadas
- Igual que *StackOverflow* o un manual de referencia del lenguaje de programación, los asistentes como ChatGPT son una herramienta más a nuestra disposición

# Algunas preguntas

- ¿Suponen los avances en IA conversacional el final de la necesidad de la programación de ordenadores como hasta ahora la hemos conocido?



# ¿El final de la necesidad de la programación?

*The conventional idea of "writing a program" is headed for extinction, and indeed, for all but very specialized applications, most software, as we know it, will be replaced by AI systems that are trained rather than programmed. In situations where one needs a "simple" program, those programs will, themselves, be generated by an AI rather than coded by hand. **Matt Welsh***

*Matt Welsh is the CEO and co-founder a recently founded startup developing AI capabilities to support software development teams. He was previously a professor of computer science at Harvard University, a director of engineering at Google, an engineering lead at Apple*



# The art of talking with LLMs about programming

- Un "programa para un LLM" es un guión de preguntas y comentarios y un contexto inicial (ficheros, directorios, etc.) que hace que
  - La IA genere con probabilidad alta un programa (Java, JS, C++) que
  - Es una solución software casi correcta y
  - Que minimiza la necesidad de intervención posterior del programador humano

# Algunas preguntas

- ¿Debemos ignorar la existencia de los asistentes basados en IA o se necesita por el contrario, incorporarlos a nuestra práctica docente?
- ¿Qué cambios se deben introducir en las prácticas docentes de la enseñanza de la programación?
- ¿En qué momento del itinerario formativo en materia de programación debiera incorporarse el conocimiento y manejo de los asistentes de programación?

# Algunas preguntas

- ¿Son útiles los asistentes en los niveles iniciales del aprendizaje de la programación o por el contrario su uso debe aplazarse a niveles posteriores?
- ¿Hay algún peligro en el uso de asistentes que debiéramos tener en cuenta a la hora de exponer al alumnado a estas herramientas?

# Conclusiones

- Existe un riesgo cierto de subestimar o sobreestimar el impacto de la IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje
- Hurtar al alumnado el uso de los asistentes basados en IA en sus prácticas de programación, además de ser un esfuerzo vano, creemos que sería un enfoque profundamente erróneo
- Lo que ha de hacerse es ayudar al profesorado y al alumnado a incorporar estas nuevas herramientas como elementos de apoyo al aprendizaje
- El profesorado no se quedará sin trabajo pero estas tecnologías van a impactar en la praxis docente y hemos de adaptar nuestras metodologías para incorporar estos cambios

# Referencias

- J. Petit y otros. [Jutge.org: Characteristics and experiences.](#) IEEE Transactions on Learning Technologies, PP(99), 2017
- Matt Welsh. The end of programming. Communications of the ACM, 66(1):34–35, 2023.
- Davide Castelvechi. Are ChatGPT and AlphaCode going to replace programmers? Nature (London), diciembre 2022.



¡Gracias por su atención!

F. de Sande  
fsande@ull.es

# El impacto de asistentes basados en IA en la enseñanza-aprendizaje de la programación

**Francisco de Sande<sup>1</sup> y Pablo López<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas

<sup>2</sup>Instituto de Astrofísica de Canarias

Universidad de La Laguna

Granada, 5 de julio de 2023

# Contenidos programación

## Lenguaje vehicular: C++

- Primeros programas y conceptos básicos
- Expresiones y tipos de datos
- Alternativas
- Iteraciones
- Funciones
- Cadenas de texto (std:string)
- `std::array` y `std::vector`
- Ficheros
- Introducción a la Programación Orientada a Objetos