



ESPAÑA



(2012.01)

A1

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

Método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes.
Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), donde el ciberejercicio (2) se compone de una secuencia de retos (3), y donde a cada estudiante (1) se le asigna un factor de adaptación (α^n) (4) para la realización de cada reto (3), donde el factor de adaptación (α^n) (4) correspondiente al estudiante (1) se actualiza en función del tiempo consumido (T) (31), los intentos realizados (A) (32) y las pistas consumidas (H) (33) para resolver cada reto (3) de la secuencia, de modo que se optimiza el tiempo de procesamiento y de computación así como el tiempo dedicado por el estudiante para su consecución, llevando a un ahorro en recursos computacionales y a una mayor rapidez en el proceso.

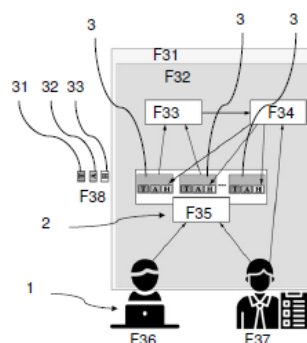


FIG 3

DESCRIPCIÓN**MÉTODO DE CIBEREJERCICIO ADAPTATIVO PARA ESTUDIANTES****5 OBJETO DE LA INVENCION**

La presente solicitud de patente tiene por objeto un método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes, donde el ciberejercicio se compone de una secuencia de retos. Cada reto cuenta, entre otros atributos, con los recursos de tiempo máximo de resolución, número
10 máximo de intentos y número de pistas disponibles. Se busca adaptar dinámicamente los recursos del tiempo máximo y el número de intentos del n-ésimo reto en función del rendimiento del estudiante en el reto anterior, incorporando adicionalmente notables innovaciones y ventajas.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Es conocido el interés en elaborar estrategias para reducir el tiempo de computación en dispositivos electrónicos, que lleven a una mejor experiencia del usuario, a una resolución más ágil de los procesos, y a una reducción del consumo energético.

20 Más concretamente, en el área de la enseñanza, hay interés en desarrollar el aprendizaje adaptativo y la educación personalizada, que considera las preferencias de los estudiantes, sus intereses, o sus comportamientos de navegación para proveer de unos contenidos personalizados. El aprendizaje adaptativo tiene como objetivo satisfacer las necesidades
25 únicas de cada estudiante, con las ventajas que se muestran a continuación:

- i) suscitar la oportunidad de poder observar el rendimiento individual a lo largo del tiempo para acelerar el proceso de adquisición de nuevos conocimientos;
- ii) obtener unas evaluaciones finales más objetivas y en las que se pueda confiar;
- iii) posibilidad de crear tareas teniendo en cuenta las características específicas de cada
30 estudiante;
- iv) reducción de la carga de trabajo no-productiva de un profesor;
- v) incremento de la motivación por el aprendizaje;
- vi) formación de estilos de pensamiento de los estudiantes;

De forma adicional, los sistemas e-learning (o de aprendizaje por medios informáticos) que tienen en cuenta el contexto, proporcionan contenidos basados en las características de cada estudiante. Los parámetros de los estudiantes son usados para generar una secuencia de actividades que debe ser completada por ellos, siendo adaptada en función de su rendimiento. Para ello existen diferentes aproximaciones de cara a generar esos caminos de aprendizaje adaptado. A continuación, se citan las más relevantes:

a) Modelo de reglas semánticas: técnica que recolecta y monitoriza los cambios en el comportamiento del usuario durante el proceso de aprendizaje para determinar qué técnicas de adaptación podrían ser requeridas progresivamente a lo largo de tiempo;

b) Reglas de asociación: determina las relaciones entre distintos elementos y características en una población, mediante varias fases. La primera es una etapa subjetiva para examinar su interés. En la segunda fase, las reglas son clasificadas como esperadas o no esperadas, comparándolas con otras reglas del sistema. En la tercera se combinan mecanismos específicos para generar y manejar un repositorio de reglas. Y en la cuarta fase se proponen recomendaciones y el profesor determina si son relevantes o no;

c) Modelado del estudiante con algoritmos de inferencia de conocimiento: se genera un modelo del estudiante que estime el conocimiento actual que tiene en base a los datos generados, de forma que se pueda personalizar y adaptar los siguientes ejercicios;

Así, y a la vista de todo lo anterior, se aprecia aún una necesidad de llegar a un método virtual o cibernético de ejercicios para la enseñanza, que optimice el tiempo de procesado y de computación, así como el tiempo dedicado por el estudiante para su consecución, al estar enfocados los diferentes retos de modo personalizado y adaptados a las características particulares de cada estudiante, llevando en consecuencia a un ahorro de recursos computacionales y a una mayor rapidez en el proceso.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención hace referencia a una mejora de la eficiencia y de la rapidez computacional en la ejecución de ciberejercicios adaptativos por parte de estudiantes, donde el ciberejercicio se compone de una secuencia de retos adaptados a las características de cada uno, y a sus habilidades y prestancia en la resolución de los anteriores.

Hay que mencionar que, en la presente invención, un ciberejercicio se construye sobre un escenario, es decir, usa una definición realista de una tipología de red con diversas

entidades correctamente configuradas. Este ciberejercicio queda especificado con ciertas características propias del mismo, como pueden ser la narrativa, los objetivos o las competencias separadas. Para ello se definen los siguientes conceptos:

- Identificador: valor identificador único para el ciberejercicio;
 - 5 - Nombre: título descriptor del ciberejercicio;
 - Escenario: identificador único del escenario que utiliza el ciberejercicio;
 - Narrativa: texto descriptor del propio ciberejercicio que detalla el contexto del mismo, presentando una narrativa para el estudiante, de manera que añade realismo y le facilita conocer la situación del ciberejercicio;
 - 10 - Objetivo general: establece el objetivo del ciberejercicio de manera que el estudiante lo conozca;
 - Competencia: variable categórica que identifica la competencia del ciberejercicio;
 - Dificultad: variable categórica ordinal que indica la dificultad del ciberejercicio;
 - Tiempo máximo: el tiempo máximo en horas y minutos (HH:mm) que el estudiante puede pasar intentando resolver un ciberejercicio. Si el ciberejercicio es adaptativo, el tiempo máximo final puede ser mayor o menor que este tiempo máximo establecido inicialmente;
 - 15 - Secuencia de retos: representa cada una de las acciones o conjuntos de ellas que el estudiante debe de realizar para ser capaz de resolver el ciberejercicio correctamente.
- 20 Por su parte, los retos permiten empaquetar la complejidad de los ciberejercicios en distintos pasos o desafíos, simplificando la definición de los mismos y mejorando la re-usabilidad potencial de estos retos para definir diversos ciberejercicios. Los retos pueden usarse de forma efectiva en diferentes ciberejercicios.
- 25 En esencia, los ciberejercicios están compuestos de retos y cada reto es resoluble mediante una bandera oculta que debe ser conseguida por el estudiante. La consecución de dicha bandera está relacionada con los conocimientos de ciberseguridad que son necesarios para resolver el reto. Estos retos se definen por las siguientes características:
- Identificador: valor identificador único para el reto;
 - 30 - Nombre: título descriptor del reto;
 - Puntuación: rango de puntuación que se puede otorgar al resolver este reto de forma correcta, por ejemplo {10, 20, 30,..., 100};
 - Dificultad: variable categórica ordinal que indica la dificultad del reto, inicialmente se consideran dificultad Baja, Media y Alta;

- Descripción: establece el objetivo específico del reto de manera que el estudiante lo conozca;
- Competencia: variable categórica que identifica la competencia necesaria para resolver el reto.
- 5 - Solución estándar: una descripción de los pasos necesarios que debe seguir el estudiante para resolver el reto de forma correcta mediante la solución diseñada por el creador/instructor.
- Bandera: un token que debe ser insertado por el estudiante y que permite saber que el estudiante ha resuelto de forma satisfactoria el reto;
- 10 - Pistas: una serie de pistas relacionadas con la resolución del reto, donde cada pista tiene una descripción y una penalización en puntos en caso de que sea solicitada por el estudiante;
- Tiempo máximo: el tiempo máximo en horas y minutos (HH:mm) que el estudiante puede pasar intentando resolver este reto. Si el ciberejercicio es adaptativo, el tiempo máximo asignado a un reto puede ser mayor o menor que este tiempo máximo establecido inicialmente;
- 15 - Número de intentos: número máximo de intentos de bandera permitidos;

Tanto los ciberejercicios como los retos comparten las variables de dificultad, competencia y tiempo máximo, siendo el valor de estas variables en los ciberejercicios calculado de forma automática mediante la agregación de los valores de los retos que los componen. Así, el objetivo del sistema adaptativo es adaptar los ciberejercicios al desempeño previo de cada estudiante. Esta adaptación se realiza a nivel de reto, utilizando un factor de adaptación (α^n) que se actualizará entre los retos y que también permitirá tener memoria del rendimiento del estudiante en diferentes ciberejercicios. Dado que un ciberejercicio está compuesto por una secuencia de retos, esto ofrece una situación óptima para poder adaptar la dificultad de los retos variando los recursos disponibles para cada uno de ellos.

Así, cada ciberejercicio está compuesto por una secuencia de retos consecutivos, lo que ofrece la posibilidad de poder adaptar la dificultad de los retos variando los recursos disponibles para ese reto. Los recursos disponibles que identificamos para resolver los ciberejercicios son el tiempo máximo (T), el número máximo de intentos (A), y las pistas disponibles (H). De modo resumido el estudiante resuelve el reto X con unos recursos disponibles adaptados a su desempeño previo, lo cual genera unas medidas de desempeño

en el reto X, que junto con su factor de adaptación (α^n) serán introducidas al modelo adaptativo, de cara a adaptar todos los retos al rendimiento particular del estudiante.

Cabe mencionar el considerable ahorro de tiempo de procesamiento asociado, usando el sistema adaptativo, con respecto al tiempo necesitado sin usar el sistema adaptativo. En concreto el tiempo utilizado por dos estudiantes cualesquiera cuando no se usa el sistema adaptativo, frente al tiempo utilizado por un estudiante “listo” y un estudiante “retrasado” que sí usan el sistema adaptativo, oscilando entre un 20% y un 30%, de media dependiendo de los valores de gamma γ .

Más en particular, el método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes, donde el ciberejercicio se compone de una secuencia de retos, y donde a cada estudiante se le asigna un factor de adaptación (α^n) para la realización de cada reto, incluye un factor de adaptación (α^n) correspondiente al estudiante que se actualiza en función del tiempo consumido (T), los intentos realizados (A) y las pistas consumidas (H) para resolver cada reto (3) de la secuencia. De este modo el ciberejercicio está más personalizado al usuario particular, implicando una mayor eficiencia de procesado y una reducción de tiempo de computación, con mayor rapidez de resolución y de obtención de resultados, y un ahorro energético. La adaptación va a suceder en el reto (n+1) en base a lo realizado en el reto actual (n).

Adicionalmente, el método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes comprende un factor de relevancia (w_T) del tiempo consumido (T) comprendido entre 0 y 1, un factor de relevancia (w_A) de los intentos realizados (A) comprendido entre 0 y 1, y un factor de relevancia (w_H) de las pistas consumidas (H) comprendido entre 0 y 1, donde el sumatorio de los tres factores (w_T , w_A y w_H) es igual a 1, según la fórmula:

$$w_T + w_A + w_H = 1$$

Preferentemente el factor de relevancia (w_T) del tiempo consumido (T), el factor de relevancia (w_A) de los intentos realizados (A), y el factor de relevancia (w_H) de las pistas consumidas (H) son iguales entre sí y al valor de 1/3, de manera que se da la misma importancia a todos los recursos de tiempo consumido w_T , intentos realizados w_A y pistas consumidas w_H , según la fórmula:

$$w_T = w_A = w_H = \frac{1}{3}$$

- Según otro aspecto de la invención, una vez que se ha completado un reto (n), dentro de una secuencia de retos de un ciberejercicio, dado el tiempo consumido (T^n), la puntuación (P_T^n) por dicho tiempo consumido (T^n), se define por la fórmula $P_T^n = w_T \times (1 - T^n / (T_{max}^n))$, o de otro modo:

$$P_T^n = w_T \times \left(1 - \frac{T^n}{T_{max}^n} \right)$$

- Por otra parte, una vez que se ha completado un reto (n), dentro de una secuencia de retos de un ciberejercicio, dados los intentos realizados (A^n), la puntuación (P_A^n) por dichos intentos realizados (A^n), se define por la fórmula $P_A^n = w_A \times (1 - (A^n - 1) / (A_{max}^n - 1))$, o de otro modo:

$$P_A^n = w_A \times \left(1 - \frac{A^n - 1}{A_{max}^n - 1} \right)$$

- Adicionalmente, una vez que se ha completado un reto (n), dentro de una secuencia de retos de un ciberejercicio, dadas las pistas consumidas (H^n), la puntuación (P_H^n) por dichas pistas consumidas (H^n), se define por la fórmula $P_H^n = w_H \times (1 - H^n / (H_{max}^n))$, o de otro modo:

$$P_H^n = w_H \times \left(1 - \frac{H^n}{H_{max}^n} \right)$$

20

En una realización preferida de la invención, la puntuación final normalizada (P_{norm}^n) entre los recursos del tiempo consumido (T^n), los intentos realizados (A^n) y las pistas consumidas (H^n), se definen por la fórmula $P_{norm}^n = C^n \times (P_T^n + P_A^n + P_H^n)$, donde la variable C^n tiene el valor 0 si el reto (n) no se resolvió correctamente y 1 si se resolvió correctamente, de modo que P_{norm}^n tomará asimismo el valor 0 cuando no ha alcanzado ningún punto en el reto, y el valor 1 cuando alcanza la puntuación máxima. La fórmula de otro modo es:

25

$$P_{norm}^n = C^n \times (P_T^n + P_A^n + P_H^n)$$

30

Complementariamente, el factor de adaptación (α^{n+1}) se define por la fórmula $\alpha^{n+1} = \alpha^n + \gamma \times (1/2 - P_{norm}^n)$, o de otro modo:

$$\alpha^{(n+1)} = \alpha^n + \gamma \times \left(\frac{1}{2} - P_{norm}^n \right)$$

De esta manera se utiliza un factor de adaptación (α^n) que se actualizará entre los retos y que también permitirá tener memoria del rendimiento del estudiante en diferentes ciberejercicios.

Cabe mencionar que, el tiempo consumido (T) disponible para el reto (n+1) es igual a la multiplicación del factor de adaptación (α^{n+1}) por el tiempo consumido (T) disponible para el reto inicial de la secuencia del ciberejercicio.

Por otro lado, los intentos realizados (A) disponibles para el reto (n+1) es igual a la multiplicación del factor de adaptación (α^{n+1}) por los intentos realizados (A) disponibles para el reto inicial de la secuencia del ciberejercicio.

Es también objeto de la presente invención un dispositivo electrónico configurado para ejecutar el método de ciberejercicio adaptativo según lo expuesto anteriormente. Por dispositivo electrónico puede entenderse dispositivos de uso común por los estudiantes como pueden ser, de modo no limitativo, un ordenador, una tablet o un smartphone.

En los dibujos adjuntos se muestra, a título de ejemplo no limitativo, un método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes, constituido de acuerdo con la invención. Otras características y ventajas de dicho método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes, objeto de la presente invención, resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1- Vista de un ejemplo de arquitectura para la mejora continua de los contenidos de un curso, de acuerdo con la presente invención;

Figura 2- Vista de un ejemplo de arquitectura para aprendizaje adaptativo, de acuerdo con la presente invención;

Figura 3- Vista de un diagrama del diseño del sistema adaptativo y sus componentes, de acuerdo con la presente invención;

Figura 4- Vista de un modelo de reglas para la adaptación de los retos, de acuerdo con la presente invención;

Figura 5- Vista de una gráfica comparativa entre diversos estudiantes y un sistema adaptativo para un valor bajo de gamma, de acuerdo con la presente invención;

Figura 6- Vista de una gráfica comparativa entre diversos estudiantes y un sistema adaptativo para un valor alto de gamma, de acuerdo con la presente invención;

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, comprendiendo las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

Hay que precisar que la invención está definida originalmente para ser usada en el contexto de un Cyber Range, donde cada ciberejercicio (2) está definido por un número de retos (3) individuales, y cada uno de esos retos (3) cuenta con unos recursos disponibles para ser completados. En el contexto de esta invención, hemos considerado dichos recursos disponibles como el tiempo disponible, o tiempo consumido (T) (31), para resolver un reto (3), el número de pistas disponibles, luego pistas consumidas (H) (33), y el número de intentos disponibles, luego intentos realizados (A) (32).

En la figura 1 se puede observar una vista de un ejemplo de arquitectura para la mejora continua de los contenidos de un curso. Por otro lado, en la figura 2 se puede observar una vista de un ejemplo de arquitectura para aprendizaje adaptativo para un estudiante (1).

5 En la figura 3 se puede observar una vista de un diagrama del diseño del sistema adaptativo y sus componentes, con un estudiante (1) en disposición de realizar un ciberejercicio (2) integrado por una secuencia de retos (3), que comprenden las variables tiempo consumido (T) (31), intentos realizados (A) (32) y pistas consumidas (H) (33), ponderado por un factor de adaptación (α^n) (4).

10

Se aprecia en dicha figura 3 una visión global de como el sistema se integra en un Cyber Range y la definición del modelo adaptativo. En este contexto de la invención, es posible que en otros Cyber Range la invención también se pudiera aplicar si hubiera menos tipos de recursos disponibles o más tipos de recursos disponibles. Además, esta invención del sistema adaptativo también sería aplicable en otros contextos de aprendizaje interactivo que no fueran necesariamente un Cyber Range. Por ejemplo, en el contexto de herramientas interactivas de tutoría inteligente, también se podrían modelar en cada ejercicio los recursos disponibles de tiempo consumido (T) (31), intentos realizados (A) (32) y pistas consumidas (H) (33), y por lo tanto se podría aplicar el modelo adaptativo. En consecuencia, aunque el contexto de invención preferente es el de Cyber Ranges, también sería aplicable en otros contextos de aprendizaje interactivo donde las actividades que han de resolver los estudiantes (1) tienen unos recursos disponibles que son adaptables.

Más detalladamente señalar que, como se muestra en la Figura 3, con un diagrama del diseño del sistema adaptativo y sus componentes, por una parte, están los instructores, que van a configurar los ciberejercicios (2) que deben de resolver los estudiantes (1). Por la otra parte están los estudiantes (1), que van a resolver dichos ciberejercicios (2). Cada uno de los ciberejercicios (2) está compuesto de una serie de retos (3) secuenciales, que a su vez tienen una base de recursos disponibles para ser resueltos, que son también configurados por los instructores. Los recursos disponibles que identificamos para resolver los ciberejercicios son el tiempo máximo (T), luego tiempo consumido (T) (31), el número máximo de intentos (A), luego intentos realizados (A) (32), y las pistas disponibles (H), luego pistas consumidas (H) (33). En caso de que el estudiante (1) supere el máximo número de intentos disponibles o el tiempo máximo, dicho estudiante (1) ya no podrá resolver el reto (3) correctamente.

35

El estudiante (1) realiza su primer reto (3) en la plataforma con los recursos base configurados por el instructor puesto que inicialmente su factor de adaptación (α^n) (4) toma el valor por defecto de 1. Una vez el estudiante (1) completa ese primer reto (3), se generan las medidas de desempeño asociadas, y éstas son introducidas en el modelo adaptativo, el cual se encargará de actualizar el factor de adaptación (α^n) (4) del estudiante (1) y adaptar los recursos disponibles con respecto a su base original establecida por el instructor. De nuevo, el estudiante (1) resolverá el reto (3) 2 con unos recursos disponibles adaptados a su desempeño previo, generará unas medidas de desempeño en el reto (3) 2, que junto con su factor de adaptación (α^n) (4) serán introducidas al modelo adaptativo. Este último actualizará el factor de adaptación (α^n) (4) y adaptará los recursos disponibles para el reto (3) 3. De la misma forma se adaptarán todos los retos (3) al rendimiento del estudiante (1).

El objetivo detrás de este sistema adaptativo, que puede estar habilitado o no en un Cyber Range, es que cuando éste esté activo, los estudiantes (1) que estén realizando el ciberejercicio (2), tendrán unos recursos disponibles diferentes en base a su desempeño. Esto puede ser una opción interesante en algunas situaciones donde se desee reforzar la motivación de los estudiantes (1), pero podría ser una alternativa no deseada en aquellas situaciones donde se desee que todos los estudiantes (1) cuenten con exactamente los mismos recursos para resolver un ciberejercicio (2), de forma que esto permita comparar mejor el desempeño de un estudiante (1) con otro, así como el progreso global de todo un grupo de estudiantes (1). La implementación como modelo adaptativo de un sistema basado en modelos, provee de la flexibilidad necesaria definiendo unas heurísticas, sin necesidad de tener grandes cantidades de datos.

En la figura 4 se puede observar una vista de un modelo de reglas para la adaptación de los retos (3), detallando los recursos del tiempo consumido (T) (31), los intentos realizados (A) (32), y las pistas consumidas (H) (33), contando con la intervención de un factor de adaptación (α^n) (4).

Más concretamente cabe precisar que en la Figura 4 se muestra un modelo adaptativo diseñado en el que se inicia un ciberejercicio (2) con el reto (3) #1, o primer reto (3) de un ciberejercicio (2), que únicamente tiene en cuenta el factor de adaptación (α^n) (4) del estudiante (1) y los recursos disponibles. Una vez que el estudiante (1) lo resuelve, se analizan sus medidas de desempeño, sobre las cuales ahora consideramos el tiempo

consumido (T) (31) para resolver dicho reto (3), los intentos realizados (A) (32), y las pistas consumidas (H) (33). Según estas medidas de desempeño y el factor de adaptación (α^n) (4) del estudiante (1), se incrementa o disminuye el factor de adaptación (α^n) (4) de dicho estudiante (1) y los recursos disponibles. El modelo se diseña de forma extensible para poder añadir medidas de desempeño nuevas de forma sencilla, como por ejemplo el estrés. Si el tiempo, los intentos y las pistas han sido bajos y el estudiante (1) resuelve el ejercicio correctamente, el modelo entiende que la dificultad ha sido baja para este estudiante (1). Por ello, el sistema adaptativo disminuirá el factor de adaptación (α^n) (4) y la proporción de recursos disponibles en el reto (3) #2 serán reducidos respecto al reto (3) #1. Si, por el contrario, el estudiante (1) ha invertido un tiempo, intentos y pistas alto, o no ha resuelto el ejercicio correctamente, se entiende que el reto (3) ha sido complicado para el estudiante (1), y por lo tanto se incrementará su factor de adaptación (α^n) (4) y la proporción de recursos disponibles en el reto (3) #2 será mayor que en el reto (3) #1. La opción del medio es que el estudiante (1) resuelva el reto (3) con una cantidad de tiempo, intentos y pistas media, por lo que se entiende que la dificultad es adecuada, y en el reto (3) #2 el factor de adaptación (α^n) (4) apenas variará, provocando que la proporción de recursos asignados respecto a los establecidos por el instructor sea similar a la del reto (3) anterior. Esta adaptación se realizará de la misma forma en cada uno de los retos (3) de un ciberejercicio (2) con excepción del primer reto (3). Como ya se ha comentado anteriormente, el primer reto (3) de cada ciberejercicio (2) es adaptado considerando únicamente los recursos disponibles iniciales y el factor de adaptación (α^n) (4) del estudiante (1).

En la figura 5 se puede observar una vista de una gráfica comparativa entre diversos estudiantes (1) y un sistema adaptativo para un valor bajo de gamma γ , mientras que en la figura 6 se puede observar una vista de una gráfica comparativa entre diversos estudiantes (1) y un sistema adaptativo para un valor alto de gamma γ .

Hay que precisar que dichas figuras 5 y 6 establecen una comparativa entre gráficas, para distintos valores de gamma, con el tiempo máximo concedido a un estudiante (1) cualquiera que no usa el sistema adaptativo, en relación a un estudiante (1) listo y uno retrasado que sí usan el sistema adaptativo. Por otro lado, se ve el tiempo realmente utilizado por un estudiante (1) cualquiera, que no usa el sistema adaptativo, en relación a un estudiante (1) listo y uno retrasado que sí usan el sistema adaptativo.

Como se puede observar, cuanto menor es el valor de gamma γ , más convergen las tres gráficas. Y, por el contrario, cuanto mayor es el valor de gamma γ , más divergen las gráficas es porque existe una mayor adaptación. También se observa cómo el estudiante (1) retrasado comienza consumiendo una gran cantidad de tiempo en los retos (3) y por ello el sistema adaptativo le asigna un tiempo máximo mayor al por defecto. Con el paso de los retos (3), gracias a que el sistema adaptativo le asignó más recursos, este logra aprender y la cantidad de recursos que necesita para resolver los retos se reduce. La conclusión de estas gráficas es que existe un ahorro en recursos computacionales tanto en un estudiante (1) listo como en uno retrasado. En el caso del listo porque tendría un exceso de recursos y en el caso del retrasado porque gracias al sistema adaptativo aprende y no necesita consumir tantos recursos.

Más en particular, tal y como se observa en las figuras 3 y 4, la invención hace referencia a un método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), donde el ciberejercicio (2) se compone de una secuencia de retos (3), y donde a cada estudiante (1) se le asigna un factor de adaptación (α^n) (4) para la realización de cada reto (3), donde el factor de adaptación (α^n) (4) correspondiente al estudiante (1) se actualiza en función del tiempo consumido (T) (31), los intentos realizados (A) (32) y las pistas consumidas (H) (33) para resolver cada reto (3) de la secuencia.

En concreto se inicia un ciberejercicio (2) con el reto (3) 1 que únicamente tiene en cuenta el factor de adaptación (α^n) (4) del estudiante (1) y los recursos disponibles. Una vez que el estudiante (1) lo resuelve, se analizan sus medidas de desempeño, sobre las cuales ahora consideramos el tiempo consumido (T) (31) para resolver dicho reto (3), los intentos realizados (A) (32) y las pistas consumidas (H) (33). Según estas medidas de desempeño, el factor de adaptación (α^n) (4) del estudiante (1) se incrementa o disminuye, y de ahí los recursos disponibles.

Preferentemente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), comprende un factor de relevancia (w_T) del tiempo consumido (T) (31) comprendido entre 0 y 1, un factor de relevancia (w_A) de los intentos realizados (A) (32) comprendido entre 0 y 1, y un factor de relevancia (w_H) de las pistas consumidas (H) (33) comprendido entre 0 y 1, donde el sumatorio de los tres factores (w_T , w_A y w_H) es igual a 1, o bien:

$$w_T + w_A + w_H = 1$$

Adicionalmente, tal y como se observa en las figuras 2 y 3, el factor de relevancia (w_T) del tiempo consumido (T) (31), el factor de relevancia (w_A) de los intentos realizados (A) (32), y el factor de relevancia (w_H) de las pistas consumidas (H) (33) son iguales entre sí y al valor de 1/3, de manera que se da la misma importancia a todos los recursos de tiempo consumido w_T , intentos realizados w_A y pistas consumidas w_H . Es decir

$$w_T = w_A = w_H = \frac{1}{3}$$

10

Por otro lado, tal y como se observa en las figuras 3 y 4, una vez que se ha completado un reto (3) (n), dentro de una secuencia de retos (3) de un ciberejercicio (2), dado el tiempo consumido (T^n), la puntuación (P_T^n) por dicho tiempo consumido (T^n), se define por la fórmula $P_T^n = w_T \times (1 - T^n / (T_{max}^n))$, o bien

15

$$P_T^n = w_T \times \left(1 - \frac{T^n}{T_{max}^n} \right)$$

Por otra parte, tal y como se observa en las figuras 3 y 5, una vez que se ha completado un reto (3) (n), dentro de una secuencia de retos (3) de un ciberejercicio (2), dado los intentos realizados (A^n), la puntuación (P_A^n) por dichos intentos realizados (A^n), se define por la fórmula $P_A^n = w_A \times (1 - (A^n - 1) / (A_{max}^n - 1))$, o bien

20

$$P_A^n = w_A \times \left(1 - \frac{A^n - 1}{A_{max}^n - 1} \right)$$

Adicionalmente, tal y como se observa en las figuras 3 y 4, una vez que se ha completado un reto (3) (n), dentro de una secuencia de retos (3) de un ciberejercicio (2), dado las pistas consumidas (H^n), la puntuación (P_H^n) por dichas pistas consumidas (H^n), se define por la fórmula $P_H^n = w_H \times (1 - H^n / (H_{max}^n))$, o bien

30

$$P_H^n = w_H \times \left(1 - \frac{H^n}{H_{max}^n} \right)$$

Según otro aspecto de la invención, tal y como se observa en las figuras 3 y 4, la puntuación final normalizada (P_{norm}^n) entre los recursos del tiempo consumido (T^n), los intentos realizados (A^n) y las pistas consumidas (H^n), se define por la fórmula $P_{norm}^n = C^n \times (P_T^n + P_A^n + P_H^n)$, donde la variable C^n tiene el valor 0 si el reto (3) (n) no se resolvió correctamente y 1 si se resolvió correctamente.

$$P_{norm}^n = C^n \times (P_T^n + P_A^n + P_H^n)$$

Complementariamente, tal y como se observa en las figuras 3 y 4, el factor de adaptación (α^{n+1}) (4) se define por la fórmula $\alpha^{n+1} = \alpha^n + \gamma \times (1/2 - P_{norm}^n)$, o bien

$$\alpha^{(n+1)} = \alpha^n + \gamma \times \left(\frac{1}{2} - P_{norm}^n \right)$$

Preferentemente, tal y como se observa en la figura 3, el tiempo consumido (T) (31) disponible para el reto (3) ($n+1$) es igual a la multiplicación del factor de adaptación (α^{n+1}) (4) por el tiempo consumido (T) (31) disponible para el reto (3) inicial de la secuencia del ciberejercicio (2).

Más en detalle, tal y como se observa en la figura 3, los intentos realizados (A) (32) disponibles para el reto (3) ($n+1$) es igual a la multiplicación del factor de adaptación (α^{n+1}) (4) por los intentos realizados (A) (32) disponibles para el reto (3) inicial de la secuencia del ciberejercicio (2).

Es también objeto de la invención, tal y como se observa en la figura 3, un dispositivo electrónico configurado para ejecutar el método de ciberejercicio (2) adaptativo según lo descrito anteriormente.

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los componentes empleados en la implementación del método de ciberejercicio adaptativo para estudiantes (1), podrán ser convenientemente sustituidos por otros que sean técnicamente equivalentes, y no se aparten de la esencialidad de la invención ni del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación de la siguiente lista.

Lista referencias numéricas:

- 1 estudiante
- 2 ciberejercicio
- 5 3 reto
- 31 tiempo consumido (T)
- 32 intentos realizados (A)
- 33 pistas consumidas (H)
- 4 factor de adaptación (α^n)
- 10

Textos en figuras:

- F11 Datos
- F12 Creación de reglas de asociación
- 15 F13 Análisis subjetivo
- F14 Creación de una base de conocimientos
- F15 Recomendaciones
- F16 Curso
- 20 F21 Estudiante: i) Estilo de aprendizaje; ii) Perfil personal; iii) Competencias del sujeto; iv) Capacidades perceptuales y habilidades de razonamiento
- F22 Modelo de inferencia de preferencias del alumno
- F23 Preferir las rutas de aprendizaje de los autores
- F24 Generar una nueva ruta de aprendizaje
- 25 F25 Modelo simple
- F26 Ruta de aprendizaje identificada por el autor
- F27 Modelo de razonamiento basado en casos
- F28 Características de las preferencias + Ruta de aprendizaje + Retroalimentación del usuario
- 30 F29 Modelo de repositorio de objetos de aprendizaje: Metadatos + Componentes visuales + Componentes de audio + Componentes kinestésicos
- F31 Cyber Range
- F32 Sistema adaptativo
- 35 F33 Medidas de desempeño

	F34	Modelo adaptativo
	F35	Ciberejercicios
	F36	Estudiante
	F37	Instructor
5	F38	Recursos disponibles
	F41	Sistema adaptativo
	F42	Medidas de desempeño Reto #i
	F43	Recursos adaptados Reto #i+1
10	F44	Recursos iniciales Reto #i+1
	F51	Tiempo máximo estudiante listo
	F52	Tiempo máximo estudiante retrasado
	F53	Tiempo máximo sin adaptación
15		
	F61	Tiempo máximo estudiante listo
	F62	Tiempo máximo estudiante retrasado
	F63	Tiempo máximo sin adaptación
20		

REIVINDICACIONES

- 1- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), donde el ciberejercicio (2) se compone de una secuencia de retos (3), y donde a cada estudiante (1) se le asigna un factor de adaptación (α^n) (4) para la realización de cada reto (3), caracterizado por que el factor de adaptación (α^n) (4) correspondiente al estudiante (1) se actualiza en función del tiempo consumido (T) (31), los intentos realizados (A) (32) y las pistas consumidas (H) (33) para resolver cada reto (3) de la secuencia.
- 2- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende un factor de relevancia (w_T) del tiempo consumido (T) (31) comprendido entre 0 y 1, un factor de relevancia (w_A) de los intentos realizados (A) (32) comprendido entre 0 y 1, y un factor de relevancia (w_H) de las pistas consumidas (H) (33) comprendido entre 0 y 1, donde el sumatorio de los tres factores (w_T , w_A y w_H) es igual a 1.
- 3- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 2, caracterizado por que el factor de relevancia (w_T) del tiempo consumido (T) (31), el factor de relevancia (w_A) de los intentos realizados (A) (32), y el factor de relevancia (w_H) de las pistas consumidas (H) (33) son iguales entre sí y al valor de 1/3.
- 4- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que una vez que se ha completado un reto (3) (n), dentro de una secuencia de retos (3) de un ciberejercicio (2), dado el tiempo consumido (T^n), la puntuación (P_T^n) por dicho tiempo consumido (T^n), se define por la fórmula:
- $$P_T^n = w_T \times (1 - T^n / (T_{\max}^n))$$
- 5- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 4, caracterizado por que una vez que se ha completado un reto (3) (n), dentro de una secuencia de retos (3) de un ciberejercicio (2), dado los intentos realizados (A^n), la puntuación (P_A^n) por dichos intentos realizados (A^n), se define por la fórmula:
- $$P_A^n = w_A \times (1 - (A^n - 1) / (A_{\max}^n - 1))$$
- 6- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 5, caracterizado por que una vez que se ha completado un reto (3) (n), dentro de una

secuencia de retos (3) de un ciberejercicio (2), dado las pistas consumidas (H^n), la puntuación (P_H^n) por dichas pistas consumidas (H^n), se define por la fórmula:

$$P_H^n = w_H \times (1 - H^n / (H_{\max}^n))$$

- 5 7- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 6, caracterizado por que la puntuación final normalizada (P_{norm}^n) entre los recursos del tiempo consumido (T^n), los intentos realizados (A^n) y las pistas consumidas (H^n), se define por la fórmula $P_{\text{norm}}^n = C^n \times (P_T^n + P_A^n + P_H^n)$, donde la variable C^n tiene el valor 0 si el reto (3) (n) no se resolvió correctamente y 1 si se resolvió correctamente.

10

8- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 7, caracterizado por que el factor de adaptación (α^{n+1}) (4) se define por la fórmula:

$$\alpha^{n+1} = \alpha^n + \gamma \times (1/2 - P_{\text{norm}}^n)$$

- 15 9- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según la reivindicación 8, caracterizado por que el tiempo consumido (T) (31) disponible para el reto (3) (n+1) es igual a la multiplicación del factor de adaptación (α^{n+1}) (4) por el tiempo consumido (T) (31) disponible para el reto (3) inicial de la secuencia del ciberejercicio (2).

- 20 10- Método de ciberejercicio (2) adaptativo para estudiantes (1), según cualquiera de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado por que los intentos realizados (A) (32) disponibles para el reto (3) (n+1) es igual a la multiplicación del factor de adaptación (α^{n+1}) (α^{n+1}) (4) por los intentos realizados (A) (32) disponibles para el reto (3) inicial de la secuencia del ciberejercicio (2).

25

11- Dispositivo electrónico configurado para ejecutar el método de ciberejercicio (2) adaptativo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

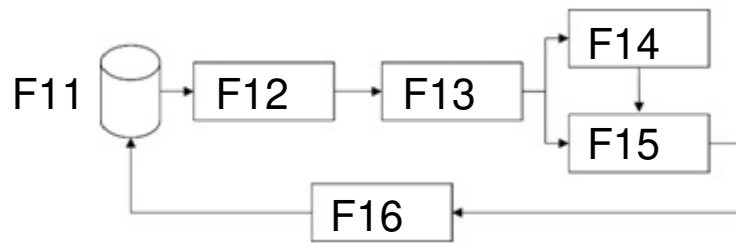


FIG 1

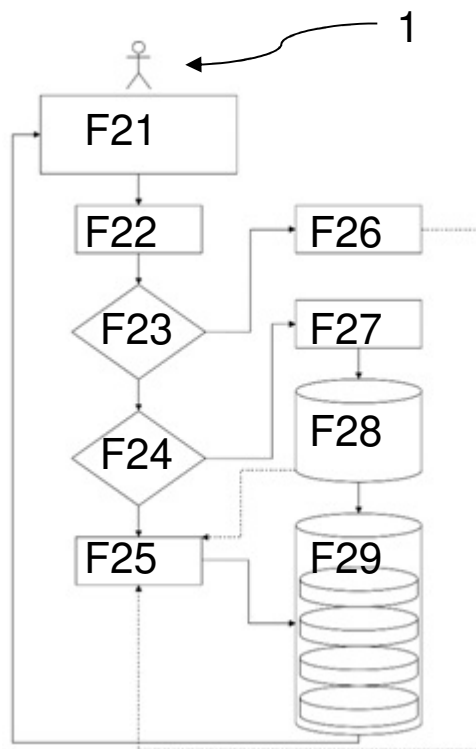


FIG 2

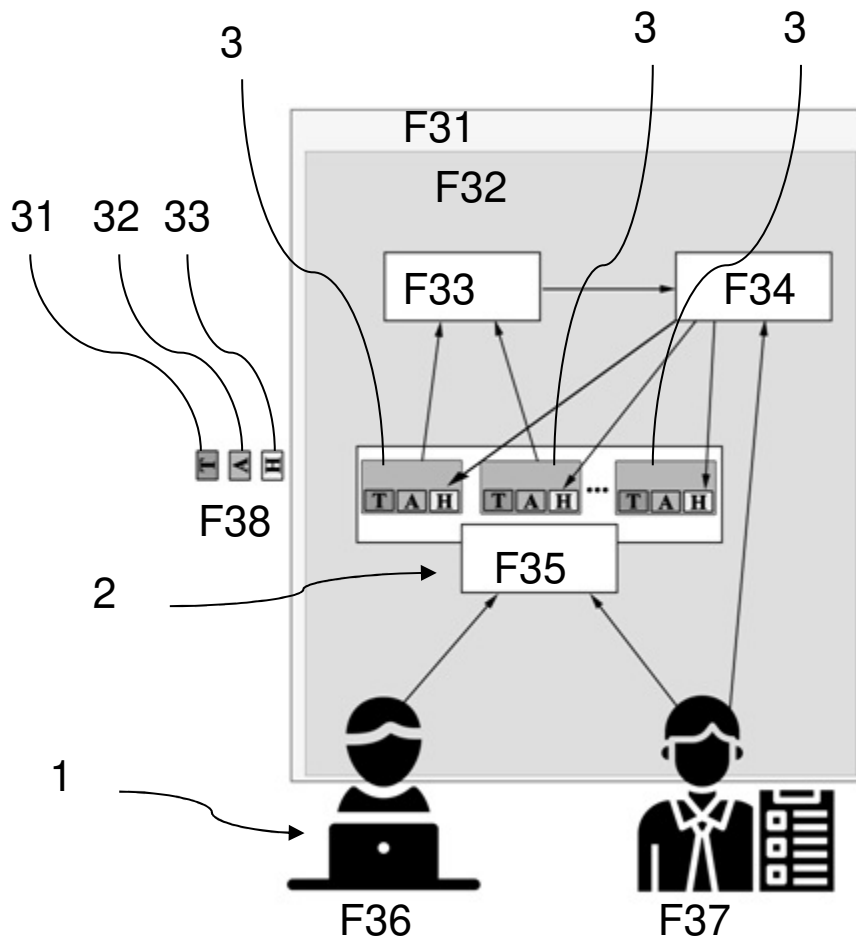


FIG 3

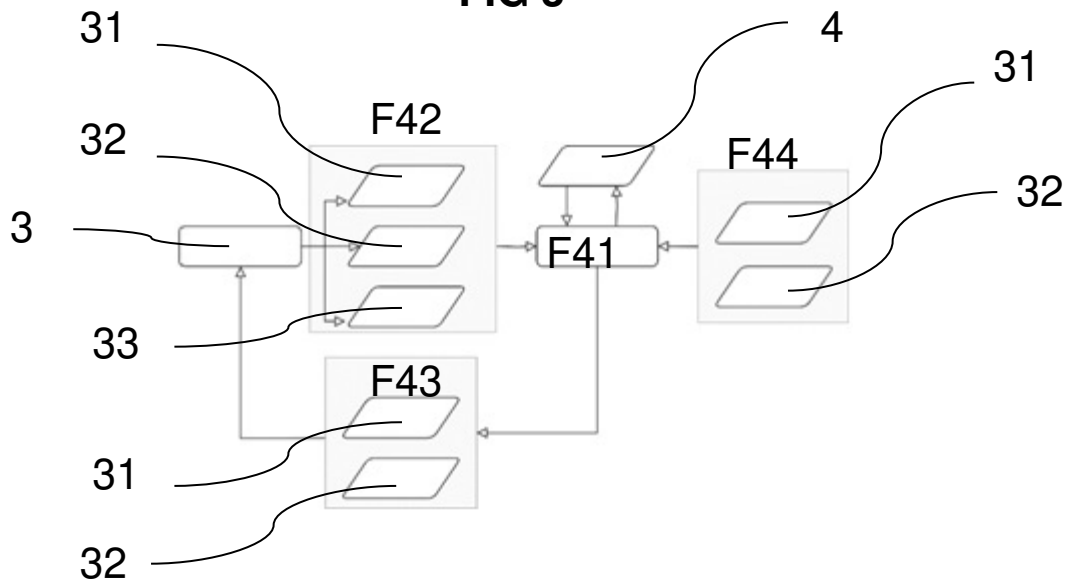


FIG 4

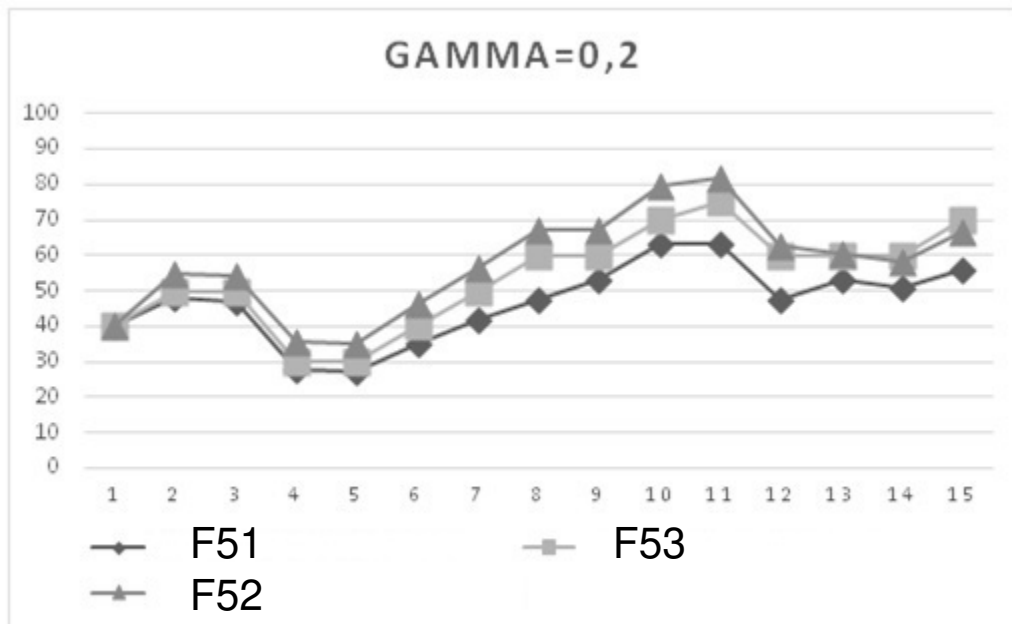


FIG 5

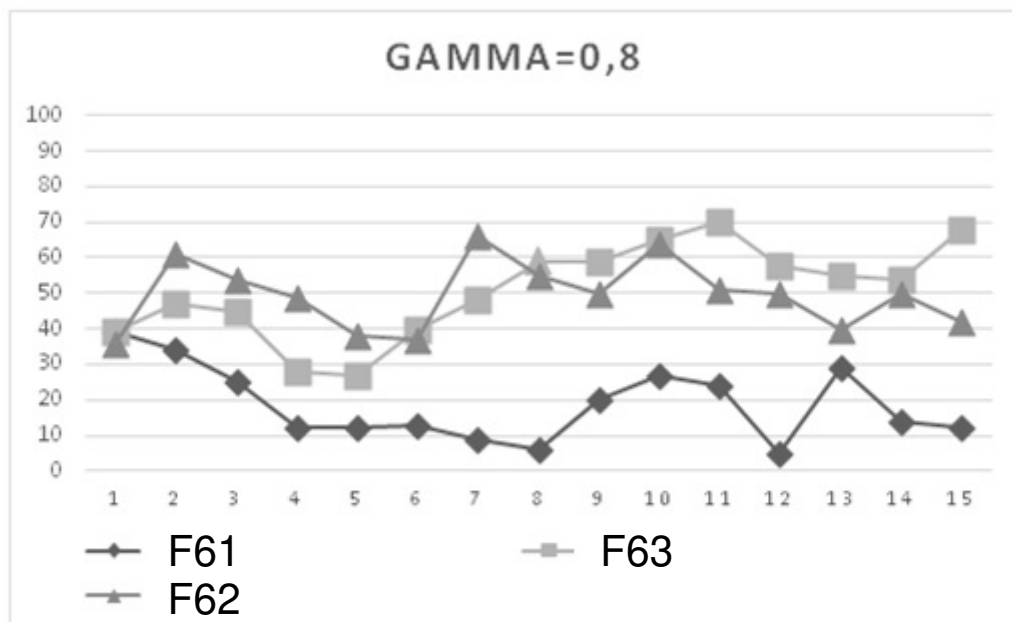


FIG 6



- ②① N.º solicitud: 202330609
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.07.2023
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. cl.: **G06Q50/20** (2012.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DIAKOUMAKOS, JASON et al.: "Cyber-Range Federation and Cyber-Security Games: A Gamification Scoring Model". 2021 IEEE International Conference on Cyber Security and Resilience (CSR), 20210726 IEEE, 26/07/2021, Páginas 186 - 191, <DOI:10.1109/CSR51186.2021.9527972>. Todo el documento.	1-11
A	LUTHON, FRANCK et al.: "LaboREMA Remote Laboratory for Game-Like Training in Electronics". IEEE Transactions on Learning Technologies, 20150701 IEEE, USA 01/07/2015, Vol. 8, Nº 3, Páginas 311 - 321, ISSN 1939-1382, <DOI:10.1109/TLT.2014.2386337>. Todo el documento.	1-11
A	LAKSITOWENING, KUSUMA AYU et al.: "Automatic Time-based Learning Type Analysis towards Dynamic Personalization". 2018 Third International Conference on Informatics and Computing (ICIC), 20181017 IEEE. 17/10/2018, Páginas 1 - 6, <DOI: 10.1109/IAC.2018.8780417>. Todo el documento.	1-11
A	YAMIN, MUHAMMAD MUDASSAR et al.: "Cyber ranges and security testbeds: Scenarios, functions, tools and architecture". COMPUTERS & SECURITY, 20191007 ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS. AMSTERDAM, NL. Weippl, Edgar R., 07/10/2019, Vol. 88, ISSN 0167-4048, <DOI: 10.1016/j.cose.2019.101636>. Todo el documento.	1-11
A	US 2022254265 A1 (LEDDY, PATRICK JOHN et al.) 11/08/2022, Todo el documento.	1-11
A	JOSEPH BEENA et al.: "Analyzing the Cognitive Process Dimension and Rate of Learning to Identify the Slow Learners in e-Learning". 2022 International Conference on Innovative Trends in Information Technology (ICITIIT), 20220212 IEEE. 12/02/2022, Páginas 1 - 6, <DOI:10.1109/ICITIIT54346.2022.9744144>. Todo el documento.	1-11
A	VICTORM G. JATOBÁ et al.: "ALICAT: a customized approach to item selection process in computerized adaptive testing". BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY. JOURNAL, 20200519 SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTACAO, PORTO ALEGRE, BR, 19/05/2020, Vol. 26, Nº 1, Páginas 1 - 13, ISSN 0104-6500, <DOI: doi:10.1186/s13173-020-00098-z>. Todo el documento.	1-11
Categoría de los documentos citados X: de particular relevancia Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría A: refleja el estado de la técnica O: referido a divulgación no escrita P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud		
El presente informe ha sido realizado ☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:		
Fecha de realización del informe 25.03.2024	Examinador M. Muñoz Sanchez	Página 1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06Q

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPIEE, XPI3E