



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

### **APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL AUTOAPRENDIZAJE, AUTOCORRECCIÓN Y AUTOEVALUACIÓN DE PRÁCTICAS GRÁFICAS**

Marín García, David (Universidad de Sevilla)

[damar@us.es](mailto:damar@us.es)

Moyano Campos, Juan José (Universidad de Sevilla)

Rico Delgado, Fernando (Universidad de Sevilla)

Barrera Vera, José Antonio (Universidad de Sevilla)

- 1. Resumen:** Con el objeto de impulsar nuevos métodos que mejoren la calidad docente, hemos realizado esta investigación para ofrecer nuevos procedimientos de evaluación utilizando principios que hasta ahora sólo se habían desarrollado para tareas de diagnóstico, evaluación y resolución de problemas. Los estudiantes y profesores dispondrán de un instrumento que, de manera objetiva, permita una auto-corrección continua mediante bases de datos, inferencias y cálculos de certidumbre propias de los principios de la inteligencia artificial. Esta innovación experimental pondrá en práctica una nueva técnica de enseñanza coherente con los objetivos de participación activa del alumnado en su propio aprendizaje. Siendo conscientes del alto grado de relación entre el fracaso académico y las deficiencias en cuanto a habilidades gráficas que poseen los alumnos de carreras técnicas, se ha intentado con la presente investigación desarrollar un sistema experto basado en las teorías probabilísticas más utilizadas para sistemas de inteligencia artificial (teorema de Bayes) al uso, con el fin de diagnosticar las posibles deficiencias en cuanto al desarrollo de dichas habilidades y con ello poder recomendar la intensificación en la realización de los ejercicios más adecuados para corregir dichas deficiencias, al tiempo que el propio alumno puede, vía web, experimentar con la aplicación para aprender de forma autodidacta y autocorregirse.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

2. **Palabras clave:** sistemas expertos, diagnóstico de habilidades, prácticas gráficas, inteligencia artificial, probabilística bayesiana, auto-aprendizaje, auto-corrección.
3. **Abstract:** To promote new methods to improve teacher quality, this research offers new evaluation procedures using principles of diagnosis, evaluation and troubleshooting. Students and teachers have a tool to self-correction through databases, inferences and calculations of certainty, peculiar to the principles of artificial intelligence. This innovation aims to develop a new teaching technique with active participation of students in their own learning. We know that there is a relationship between school failure and lack of graphic skills of students. With this research we have tried to develop a probabilistic expert system (Bayes theorem) to diagnose weaknesses and recommend the implementation of the exercises. With this web tool, students can follow the rules for self-learning and self-corrected
4. **Keywords:** expert systems, diagnostic skills, graphic exercises, artificial intelligence, Bayesian probability, self- learning, self-correction.
5. **Desarrollo:**

a) **Objetivos:**

Se trata de Impulsar nuevos métodos de mejora de docencia en el ámbito de la enseñanza de tecnologías en Edificación, y concretamente la experimentación e investigación con nuevos procedimientos de evaluación y autoaprendizaje utilizando principios de probabilidad y lógica propios de los sistemas expertos para la evaluación y propuestas de resolución de problemas de aprendizaje. Se pretende que los estudiantes y profesores dispongan de un instrumento que, de manera lo más objetiva posible, permita una auto-corrección, auto-evaluación, auto-control y autoaprendizaje continuo mediante



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

bases de datos e inferencias propias de los principios de la inteligencia artificial. Esta innovación experimental, que se enmarca y aplica a contenidos de prácticas gráficas, se entiende como una nueva técnica de enseñanza coherente con los objetivos de participación activa del alumnado en su propio aprendizaje. Se trata por tanto de desarrollar un sistema experto basado en las teorías probabilísticas más utilizadas en sistemas de inteligencia artificial (teorema de Bayes) para su aplicación al auto-aprendizaje, calificación y auto-evaluación de prácticas gráficas, con el fin de diagnosticar las posibles deficiencias en cuanto a desarrollo de las habilidades necesarias para adquirir las debidas competencias en este campo.

### b) Descripción del trabajo:

La cuestión principal de la presente investigación reside en desarrollar un asistente en línea (vía web) que, al igual que en el campo de la medicina, nos proporcione un diagnóstico de las capacidades gráficas del alumnos para incidir en el desarrollo de actividades que le ayuden a mejorar dichas capacidades. Esto se realizará mediante el análisis las prácticas gráficas realizadas por el alumno. Para ello nos centraremos en las prácticas de croquización al tener parámetros más reducidos, pudiendo, no obstante, adaptarse la aplicación a cualquier otro tipo de prácticas. Para la materialización de la aplicación hemos elegido un lenguaje de programación de servidor web bastante habitual, el PHP. En esta aplicación es necesario realizar una serie de pasos de entrada para facilitar la información, y a continuación, otros pasos indispensables para revisar el resultado.

La aplicación pedirá al usuario (profesor o estudiante en cada caso) que le proporcione información crítica para calcular la correspondiente probabilidad posteriormente. El usuario (profesor o estudiante) puede examinar la distribución posterior de dicha probabilidad para determinar qué capacidades se



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

encuentran más o menos desarrolladas en función de los resultados de la probabilidad basada en:

1. La información de la prueba diferencial.
2. Los datos de la muestra utilizada para estimar las distribuciones antes y la probabilidad

### Paso 1

Este primer paso implica especificar el número de alternativas (habilidades gráficas o más bien su carencia) que se examinarán junto con el número de los síntomas (defectos gráficos) detectados en la práctica gráfica realizada por el alumno. En el ejemplo genérico que presentamos se pueden ver tres habilidades (o falta de desarrollo de las mismas) alternativas basadas en la evidencia de dos pruebas de diagnóstico. Cada prueba de diagnóstico sólo puede producir un resultado positivo o negativo. En el ejemplo esto significa que el número total de combinaciones de los síntomas (defectos gráficos) es de cuatro (sdg1, sdg2, sdg3, sdg4).

Figura 1. Formulario para entrar en hipótesis de la habilidad (o su falta) y las posibilidades de los síntomas (defectos gráficos).

<p><b>FORMULARIO 1</b>  <b>INTRODUCIR:</b>          -NUMERO TOTAL DE POSIBLES HABILIDADES GRÁFICAS POCO DESARROLLADAS (COMPETENCIAS DEFIDITARIAS)          -NÚMERO DE DEFECTOS GRÁFICOS DETECTADOS (SÍNTOMAS)</p>	<p><b>Nº COMPETENCIAS DEFICITARIAS POSIBLES:</b> <input type="text" value="3"/></p> <p><b>Nº SÍNTOMAS POSIBLES:</b> <input type="text" value="Z CZ"/></p>
---	---

### Paso 2



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Este paso implica entrar en la habilidades - competencias poco desarrolladas y las etiquetas de los síntomas (defectos gráficos detectados). En este caso, sólo vamos a identificar como c1, c2 y c3 las etiquetas (denominaciones) de las competencias-habilidades deficitarias y con sdg1, sdg2, sdg3, sdgc4 las etiquetas (denominaciones) de los síntomas (defectos gráficos detectados).

Figura 2. Formulario para entrar etiquetas de competencias-habilidades deficitarias y de síntomas (defectos gráficos detectados).

<p><b>FORMULARIO 2</b></p> <p><b>INTRODUCIR:</b> <b><u>ETIQUETAS (DENOMINACIONES) DE (COMPETENCIAS DEFIDITARIAS) Y DE DEFECTOS GRÁFICOS DETECTADOS (SÍNTOMAS)</u></b></p>	<p><b>COMPETENCIAS DEFICITARIAS POSIBLES:</b></p> <p><b>1ª COMPETENCIA-HABILIDAD DEFICITARIA</b> c 1</p> <p><b>2ª COMPETENCIA-HABILIDAD DEFICITARIA</b> c 2</p> <p><b>3ª COMPETENCIA-HABILIDAD DEFICITARIA</b> c 3</p> <p><b>SÍNTOMAS (DEFECTOS GRÁFICOS) POSIBLES:</b></p> <p><b>1ª SÍNTOMA-DEFECTO GRÁFICO</b> s dg 1</p> <p><b>2ª SÍNTOMA-DEFECTO GRÁFICO</b> s dg 2</p> <p><b>3ª SÍNTOMA-DEFECTO GRÁFICO</b> s dg 3</p> <p><b>4ª SÍNTOMA-DEFECTO GRÁFICO</b> s dg 41</p>
---	--

### Paso 3

El Tercer paso consiste en introducir las probabilidades a priori para cada habilidad deficiente. El usuario utilizará la tabla de datos que a continuación se representa para determinar las probabilidades antes de entrar en la tercera etapa.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

Utilizando este ejemplo le permite confirmar que el resultado final que obtenga del asistente está de acuerdo con los resultados que usted puede encontrar en esta investigación.

Figura 3. Frecuencia de deficiencias de competencias-habilidades y síntomas (defectos gráficos).

TIPO de Deficiencia de habilidad	Número de casos detectados con esta deficiencia de habilidad	RESULTADOS DE DISTINTOS DEFECTOS DETECTADOS			
		sdg1	sdg1	sdg1	sdg1
C1	31	20	3	7	1
C2	19	3	1	11	4
C3	51	5	35	7	5
TOTAL	101				

La probabilidad a priori de cada deficiencia de competencia-habilidad se refiere al número de alumnos diagnosticados con dicha deficiencia dividido por el número total de casos diagnosticados en esta muestra. Las probabilidades correspondientes de cada deficiencia de competencia se introducen en el formulario siguiente:

Figura 4. Formulario para introducir la probabilidad a priori de cada una de las habilidades deficientes:

<p><b>FORMULARIO 3</b></p> <p><b>INTRODUCIR:</b> <b>Probabilidad a priori de competencias deficitarias.</b></p>	<p><b>COMPETENCIAS DEFICITARIAS POSIBLES:</b></p> <p><b>Nº de casos C1 para el cálculo de la Probabilidad a priori de que se dé la COMPETENCIA-HABILIDAD DEFICITARIA C1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>31</b></p> <p><b>Nº de casos C2 para el cálculo de la Probabilidad a priori de que se dé la COMPETENCIA-HABILIDAD DEFICITARIA C2</b></p>
---	--



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

	<p><b>19</b></p> <p><b>Nº de casos C3 para el cálculo de la Probabilidad a priori de que se dé la COMPETENCIA-HABILIDAD DEFICITARIA C3</b></p> <p><b>51</b></p>
--	---

En algunos casos, se pueden averiguar las probabilidades a priori mediante el uso de razonamiento de sentido común: La probabilidad a priori de que al tirar al aire una moneda de dos caras salga cara es de 0,5. La probabilidad previa de escoger una reina de corazones de una baraja de cartas al azar es 1 / 52.

Una manera definitiva para deducir estimaciones de la probabilidad a priori es la utilización de inferencias bayesianas al tratarse de una técnica flexible que permite estimar las probabilidades de forma precisa en comparación con los métodos de sentido común, lógica, etc.

### **Paso 4**

La tabla-formulario de datos anteriormente presentados nos proporciona información que puede utilizarse para calcular la probabilidad de los síntomas (defectos gráficos detectados) ante la deficiencia de competencia habilidad, conocida también como la probabilidad de distribución de P (E | H), es decir la probabilidad.

Para ver cómo la probabilidad de los valores introducidos a continuación se calcula, P (E | H) utilizando el formato de frecuencia para el cálculo de probabilidades condicionales:

$$P (E | H) = (E \& H) / (H)$$

Esto nos dice que es necesario dividir un conteo de frecuencia conjunto (E) & H por el número de frecuencias marginales (H) para obtener el valor de



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

probabilidad para cada célula en su probabilidad de la matriz. La celda superior de la izquierda es su tendencia a la matriz P (E = '++' H | = 'd1) puede ser calculado a partir de la frecuencia conjunta y marginal como aparece en la tabla de datos:

$$P(E = 'sdg1' H | = 'c1) = 20 / 31 = .645$$

Todos los valores de la probabilidad del paso 4 se calculan de esta manera.

Figura 5. Formulario que calcula la probabilidad de que los síntomas-defectos detectados tengan que ver con una deficiencia de una habilidad determinada.

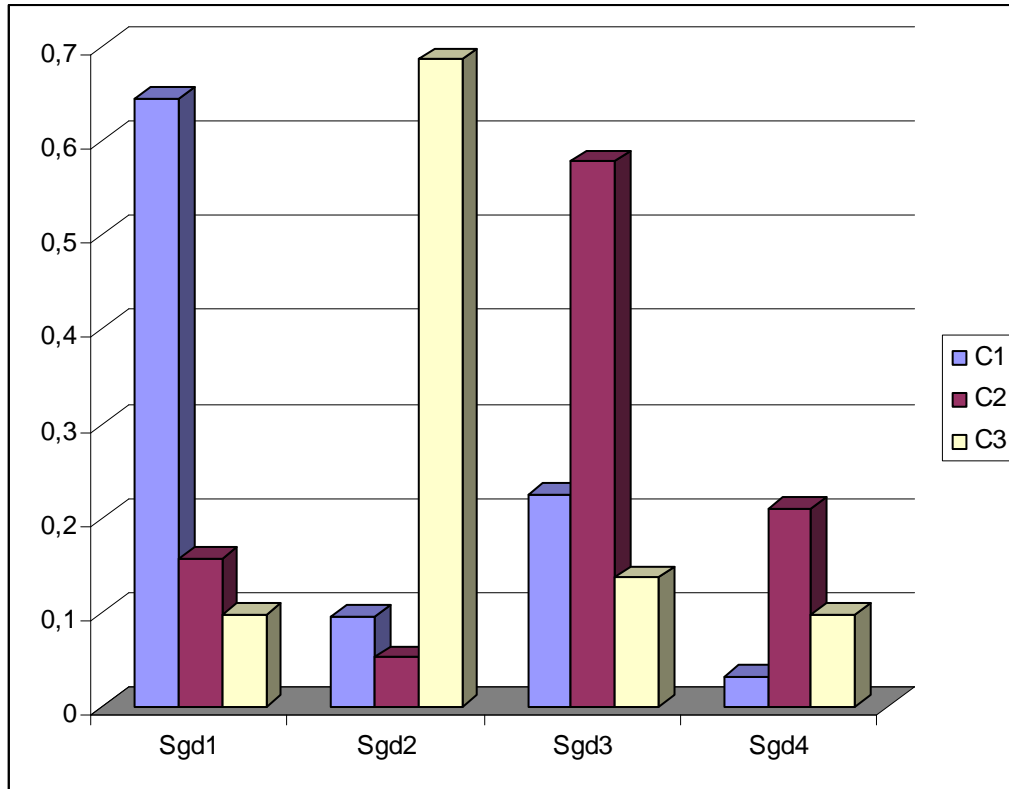
	<b>Sgd1</b>	<b>Sgd2</b>	<b>Sgd3</b>	<b>Sgd4</b>
<b>C1</b>	<b>0,645</b>	<b>0,096</b>	<b>0,225</b>	<b>0,032</b>
<b>C2</b>	<b>0,157</b>	<b>0,052</b>	<b>0,578</b>	<b>0,210</b>
<b>C3</b>	<b>0,098</b>	<b>0,686</b>	<b>0,137</b>	<b>0,098</b>

Si esto lo transformamos en un gráfico, el resultado sería el siguiente:





## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.



Se puede observar por ejemplo, que la probabilidad de que se detecte el defecto “Sgd1” en alumnos con deficiencias de habilidad del tipo C1 es la mayor de todas.

### **APLICACIÓN PRÁCTICA AL DIBUJO TÉCNICO A MANO ALZADA**

#### Fundamentos de las habilidades-competencias del Dibujo a mano alzada

El proceso de dibujar a mano alzada debe ir de lo básico y global a lo detallado, y no al revés. En el dibujo de detalles arquitectónicos a mano alzada, por ejemplo, se comienza buscando la estructura, es decir aquellas formas geométricas simples que permitan hacer el trazado básico mínimo antes del dibujo acabado. En este trazado previo se buscan formas geométricas simples como triángulos, círculos, óvalos, cuadriláteros, etc. En definitiva resulta



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

necesario captar lo esencial de la forma. También resulta trascendental captar las direcciones de esas formas principales, aspecto este muy importante, puesto que no basta situar un rectángulo o un ovalo, hay que captar su orientación. Otro aspecto importantísimo es el de las proporciones. No es suficiente que se sitúen las distintas figuras geométricas, además deben de guardar una relación de proporción semejante a la del objeto real representado.

Por otra parte, nuestro cerebro, en lo que a percepción visual se refiere, tiende a la máxima eficacia con el mínimo esfuerzo. Esto es fácilmente comprensible puesto que si atendiera uno a uno a todos y cada uno de los estímulos visuales que le llegan desde nuestras retinas, no podría procesarlos tan rápidamente. Por tanto, el cerebro busca estrategias que le optimicen la labor de reconocimiento de la realidad visual y para ello necesita buscar, dentro de esta realidad visual, esquemas que le aporten la máxima simplicidad con el fin de poder captar las informaciones visuales más significativas de la forma más cómoda y eficaz posible, es decir primero captamos totalidades simples, y solo posteriormente los detalles. Pues bien, esta manera de proceder de nuestro cerebro en relación a la percepción visual, es la base de la manera de proceder para dibujar. Por tanto la habilidad del alumno por reducir mentalmente, y en la medida de lo posible, todo aquello que pretenda dibujar a esquemas geométricos simples, es una de las claves del éxito en esta disciplina.

Podemos decir por tanto que percibimos primero el esquema global geométrico (por ejemplo un triángulo) y después diversas formas geométricas (triángulos, círculos, etc.) dentro de esa globalidad. Lo verdaderamente importante es perder de vista por unos momentos el objeto a representar, centrándonos en los aspectos más abstractos de intentar dibujar un esquema geométrico que contiene a su vez otros cuerpos geométricos.

Podemos decir por tanto que el dibujo comporta una notable actividad mental que condiciona a la actividad propiamente física del dibujo y es por ello que se



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

puede entender que sería factible enumerar cuales son las habilidades mentales, y alguna física, que se requieren para poder superar un nivel aceptable respecto de la disciplina analizada.

Por tanto, se trata de establecer la habilidades fundamentalmente mentales, como las que se relacionan con la percepción visual y establecer la posibilidad de diagnosticar en el alumnado deficiencias en las mismas, en base a unos síntomas o defectos detectados en los ejercicios correspondientes, para con los resultados poder indicar lo que podríamos llamar, por analogía con términos médicos, un tratamiento o terapéutica que corrija dichas deficiencias, ya que como hemos dicho podemos definir de forma muy sintética las habilidades gráficas como un conjunto de procesos psico-fisiológicos que utilizamos constantemente para captar nuestra realidad visual de forma organizada, eficaz y sistemática, sólo que, en la realidad, estos procesos los utilizamos en nuestra vida cotidiana de forma casi automática y sin prestarles apenas atención. Una prueba de ello la constituye nuestra respuesta a estímulos gráficos tan cotidianos como cartelería, anuncios, etc. Se trataría pues de utilizar los principios de la percepción en beneficio del alumnado para la tarea de mejorar la habilidad-habilidades de dibujar y, por extensión, interpretar mensajes visuales en general.

Si dibujar es representar aquello que nos rodea o que creamos sobre un papel, hemos de ser conscientes que aquello que representamos, previamente ha sido representado o captado en nuestra mente de acuerdo con las leyes de la percepción.

En este sentido resulta necesario observar analíticamente, percibir, ver selectivamente, buscando el significado. Antes de comenzar a dibujar es imprescindible realizar un conocimiento y análisis exhaustivo de aquello que queremos dibujar. Para ello, en realidad no se necesita destreza o habilidad especial o extraordinaria, tan sólo hace falta saber las pautas o procesos mentales básicos aplicables. Estas pautas fundamentalmente se sustentan en conocer el



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

objeto, buscar un esquema visual sencillo basado en formas geométricas simples, distinguir entre figura y fondo, y por último detallar. No obstante, debo decir que el conocer estos pasos ni mucho menos nos puede conducir a pensar que ya podemos dibujar correctamente, aunque con ciertas directrices adecuadas, práctica y motivación se puede llegar a dibujar razonablemente bien. Por lo tanto, para aprender a dibujar existen dos “terapias” coadyuvantes: orientaciones pedagógicas específicas y practicar.

Para ilustrar, todo lo dicho pondremos un ejemplo real aplicado a las prácticas de dibujo que se realizan en ingeniería y arquitectura, concretamente cuando se solicita al alumno la realización de ejercicios a mano alzada, es decir croquis de piezas, máquinas, detalles constructivos, arquitectónicos etc.

En primer lugar debemos definir los posibles síntomas o defectos gráficos detectables (sgd). En el caso del dibujo técnico a mano alzada o croquis pueden ser muchos los defectos, pero para el ejemplo nos ceñiremos solo a los más comunes que son fundamentalmente:

- Sgd1: Defectos en la calidad del trazo de líneas.
- Sgd2: Defectos en proporciones y simetrías.
- Sgd3: Defectos respecto a la forma inequívoca el objeto.
- Sgd4: Corrección en la distribución sobre la hoja.
- Sgd5: Defectos de simbologías según las convenciones del dibujo técnico.
- Sgd6: Vistas incorrectas según las convenciones del dibujo técnico.
- Sgd7: Rótulos incorrectamente trazados según las convenciones del dibujo.
- Sgd8: Correcciones en perspectivas según las convenciones del dibujo.
- Sgd9: Defectos relacionados con incongruencias con lo descrito en el enunciado de la práctica.
- Sgd10: Defectos en la verticalidad, horizontalidad o paralelismo de los trazos.
- Sgd11: Defectos en el trazado geométrico.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

Para simplificar les llamaremos:

- 1.-Trazado.
- 2.-Proporciones.
- 3.-Forma.
- 4.-Distribución.
- 5.-Simbologías.
- 6.-Vistas.
- 7.-Rótulos.
- 8.-Perspectivas.
- 9.-Incongruencias.
- 10.- Paralelismo.
- 11.- Geometría.

Por otra parte debemos definir las posibles deficiencias respecto a las competencias-habilidades que los alumnos deben poseer o adquirir para que dichos defectos no se den. En este caso podríamos decir que se suele dar:

-Falta de capacidad de **simplificación-descomposición geométrica inicial**

-Falta de destreza relacionada con lo que podríamos llamar **“pulso”**, de tal forma que el alumno al pedírsele que realice una línea o líneas o una forma o formas determinadas, esta es realizada de forma irregular, deformada o con trazos discontinuos y/o solapados.

-**Sentido de la forma** entendida como la destreza para captar las magnitudes espaciales, su relación de proporcionalidad entre ellas y su representación adecuada.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

-Falta de **visión espacial** entendida como la destreza del alumno para imaginar la representación de la pieza u objeto antes de dibujarla.

-Falta de **“conocimiento”** de normas y convenciones al respecto.

Para simplificar les llamaremos:

- 1.-C1 Capacidad de Simplificación-descomposición Geométrica.
- 2.-C2 Pulso.
- 3.-C3 Capacidad de representación sin deformaciones.
- 4.-C4 Visión espacial.
- 5.-C5 Conocimientos normativos y del objeto.

### **APLICACIÓN:**

#### **Paso 1 y 2**

Como ya se comentó el primer paso consiste en especificar el número de alternativas (habilidades) que se examinarán junto con el número de los síntomas (defectos gráficos) detectados. En nuestro caso ya hemos visto que existen 11 posibles defectos-síntomas (1.-Trazado; 2.-Proporciones; 3.-Forma; 4.-Distribución; 5.-Simbologías; 6.-Vistas; 7.-Rótulos; 8.-Perspectivas; 9.-Incongruencias; 10.-Paralelismo; 11.-Geometría) y 5 posibles habilidades-competencias o destrezas (1.-Geometría; 2.-Pulso; 3. Proporción; 4.-Visión; 5.-Conocimientos).

#### **Paso 3**

El Tercer paso consiste, como ya se comentó, en introducir las probabilidades a priori para cada habilidad deficiente, resultando una tabla de datos que



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

determina las probabilidades antes de entrar para la tercera etapa. En nuestro caso podría quedar como sigue<sup>1</sup>:

TIPO habilidades o destrezas necesarias para realizar correctamente los dibujos.	Nº de Casos en los que se detectan deficiencias en las habilidades – destrezas necesarias.	Nº DE CASOS EN LOS QUE SE DETECTAN DEFECTOS GRÁFICOS-SÍNTOMAS										
		TRAZADO	PROPORCIÓN	FORMA	DISTRIBUCIÓN	SIMBOLOGÍA	VISTAS	RÓTULOS	PERSPECTIVAS	INCONGRUENCIAS	PARELELISMO	GEOMETRÍA
CAPACIDAD DE SIMPLIFICACIÓN-DESCOMPOSICIÓN GEOMETRÍA.	84	5	7	15	2	4	6	6	8	5	12	14
PULSO	94	16	10	11	2	4	6	7	7	6	12	13
CAPACIDAD DE REPRESENTACIÓN SIN DEFORMACIONES.	87	10	11	10	4	4	5	7	6	5	13	12
VISIÓN ESPACIAL	85	8	10	11	5	5	6	6	8	6	10	10
CONOCIMIENTOS NORMATIVOS Y DEL OBJETO	89	9	8	8	5	9	8	7	8	10	7	10
<b>TOTAL</b>	<b>439</b>	<b>48</b>	<b>46</b>	<b>55</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>32</b>	<b>54</b>	<b>59</b>

### Paso 4

Con la tabla-formulario anterior podemos calcular la probabilidad de los síntomas (defectos gráficos detectados) ante la deficiencia de habilidad correspondiente:

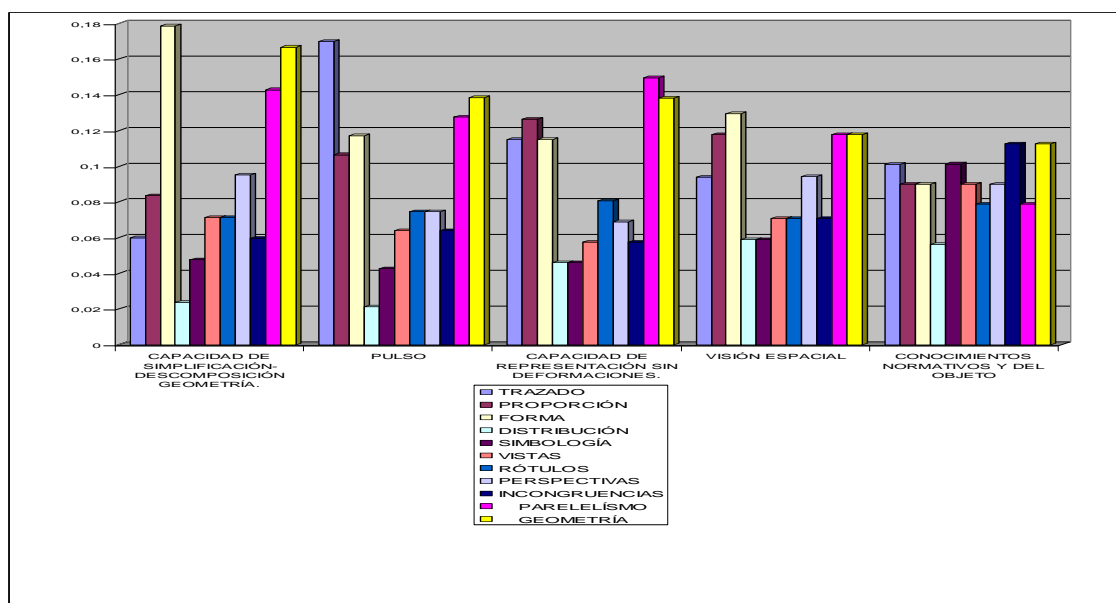
<sup>1</sup> Este cuadro se ha confeccionado preguntando al alumnado cual de las habilidades cree que presenta deficiencias, sometiéndolos a prácticas gráficas posteriormente (EUAT de Sevilla. Asignatura: Dibujo de Detalles Arquitectónicos y Cad) y recopilando los defectos detectados por el profesor, así como las opiniones de los mismos respecto a cuales creen que son realmente las deficiencias en habilidades que poseen dichos alumnos.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

	TRAZADO	PROPORCIÓN	FORMA	DISTRIBUCIÓN	SIMBOLOGÍA	VISTAS	RÓTULOS	PERSPECTIVAS	INCONGRUENCIAS	PARELELISMO	GEOMETRÍA
CAPACIDAD DE SIMPLIFICACIÓN-DESCOMPOSICIÓN GEOMETRÍA.	0,060	0,083	0,179	0,024	0,048	0,071	0,071	0,095	0,060	0,143	0,167
PULSO	0,170	0,106	0,117	0,021	0,043	0,064	0,074	0,074	0,064	0,128	0,138
CAPACIDAD DE REPRESENTACIÓN SIN DEFORMACIONES.	0,115	0,126	0,115	0,046	0,046	0,057	0,080	0,069	0,057	0,149	0,138
VISIÓN ESPACIAL	0,094	0,118	0,129	0,059	0,059	0,071	0,071	0,094	0,071	0,118	0,118
CONOCIMIENTOS NORMATIVOS Y DEL OBJETO	0,101	0,090	0,090	0,056	0,101	0,090	0,079	0,090	0,112	0,079	0,112

Si estos resultados los transformamos en un gráfico sería el siguiente:



De dicho gráfico se pueden deducir claramente los síntomas más frecuentes que presentan los alumnos con ciertas deficiencias. Así por ejemplo, los alumnos con deficiencias en la CAPACIDAD DE SIMPLIFICACIÓN-DESCOMPOSICIÓN GEOMETRÍA suelen presentar los siguientes síntomas-defectos gráficos en sus prácticas (ordenados por probabilidad de mayor a menor):





## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

- Un 17,9% defectos respecto a la forma inequívoca el objeto.
- Un 16,7% defectos en el trazado geométrico.
- Un 9,5% incorrecciones en perspectivas según las convenciones del dibujo.
- Un 8,3% defectos en proporciones y simetrías.
- Un 7,1% de vistas incorrectas según las convenciones del dibujo técnico.
- Un 7,1% rótulos incorrectamente trazados según las convenciones del dibujo.
- Un 6% defectos en la calidad del trazo de líneas.
- Un 6% defectos relacionados con incongruencias respecto al enunciado de la práctica.
- Un 4,8% defectos de simbologías según las convenciones del dibujo técnico.
- Un 2,4% incorrecciones en la distribución sobre la hoja.
- Un 1,43 % defectos en la verticalidad, horizontalidad o paralelismo de los trazos.

Con dicho resultado el profesor o en el caso que nos ocupa un sistema experto que simule inteligencia artificial puede diagnosticar a la inversa que si un alumno presenta en sus ejercicios fundamentalmente defectos en la forma del objeto, en el trazado geométrico, resulta altamente probable que dicho alumno necesite desarrollar más su capacidad de simplificación-descomposición geométrica.

Si todo lo especificado se le aplicaran los esquemas utilizados para programar un software on line que realice las funciones de un sistema experto y que emule inteligencia artificial, la cuestión podría quedar como sigue:

Se pueden emplear para construir dicho software las posibilidades de las bases de datos y los principios de interferencias de tal forma que mediante la introducción de datos relacionados con cuestiones reflejadas en formularios informáticos específicos, que están a su vez relacionados con el contenido programático de las prácticas gráficas correspondientes y la temática



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

desarrollada en cada momento por la asignatura, se pueden tratar y obtener resultados sorprendentes. Dicha base de datos irá acompañada de formulas de certeza, probabilidad, etc., según lo explicado anteriormente. Con el resultado de la aplicación de los principios ya detallados y algún otro, también específico de la llamada inteligencia artificial, se pueden calcular los correspondientes % de certeza y automatizar el informe justificativo de las posibles deficiencias y necesidad de desarrollo de determinadas habilidades en relación con la calificación obtenida, sirviendo por tanto, para la auto-corrección, auto-evaluación y lo que es más importante para el auto-aprendizaje sin la necesidad con el tiempo de la intervención del profesorado. El procedimiento contempla en tiempo real el nivel alcanzado por el alumno, fijando el momento en el que ha alcanzado el nivel necesario. Así, los alumnos en ese espacio dinámico podrán ir adquiriendo conocimientos de una manera ingeniosa, involucrándose en su propio aprendizaje. Por otra parte, al ser un sistema aplicable tanto en el aula, como fuera de ella, se fomenta la posibilidad de trabajo en equipo para llegar a informes con la mayor certeza posible, permitiendo el sistema que los alumnos se evalúen entre sí, con gran objetividad.

Por otra parte los principios de inteligencia artificial permiten utilizar reglas (If-Then) y la posibilidad de introducir el encadenamiento progresivo de hechos, con lo que se pretende realizar una interfaz altamente innovador y amable, recopilando normas, expresiones y datos, garantizando la compatibilidad. De esta manera los profesores pueden crear las normas relativas a los conocimientos adecuados para que posteriormente puedan ser utilizados para la corrección y evaluación de las prácticas programadas. Este sistema permite añadir un enorme grado de certidumbre y objetividad a la corrección, al tiempo que mejora el aprendizaje del estudiante al poder adquirir las competencias prácticas mediante el chequeo de su trabajo y el uso de un sistema experto sin necesidad de la presencia del profesorado.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

### c) Resultados y Conclusiones:

Es posible que ciertas personas posean un “don” o habilidad especial para el dibujo, pero si realmente uno se siente atraído por el dibujo, esta habilidad puede considerarse como una mera destreza que puede ser cultivada de forma sorprendente aplicando métodos apropiados entre los que se encuentran los descritos en este trabajo de investigación.

Los resultados de los experimentos sobre la cuestión, hasta la fecha pueden calificarse de sorprendentes, de forma que se ha detectado que el estudiante, utilizando estos instrumentos e interactuando con los resultados de los mismos, se involucra de manera espectacular en su aprendizaje, refuerza su confianza en el resultado de su trabajo y aminora significativamente la incertidumbre sobre sus posibilidades de superar la materia. Por otra parte al ser plataformas con contenidos gráficos de alta accesibilidad mediante el uso de tecnologías de información y comunicación, el estudiante se encuentra más cómodo, ya que dicho entorno es más atractivo y cercano teniendo en cuenta las tendencias actuales de los jóvenes estudiantes. Se aprecia que durante el uso de la plataforma el estudiante experimenta una sensación de estar jugando con un software de los llamados de agudeza mental en el que el sistema de prueba error le da la clave de cómo valorar su trabajo práctico, y como consecuencia queda enganchado a la interacción que le ofrece la plataforma, para, sin darse cuenta, adentrarse en su autoaprendizaje casi de manera natural e incluso adictiva, lo que propicia un bajo absentismo y un alto grado de superación de la disciplina gráfica correspondiente.

La conclusión más importante que debemos considerar es el trascendental avance en la forma de aprender por parte del alumno que supone utilizar un instrumento que le resulta atractivo, que le estimula en su formación, al tiempo que le ofrece la posibilidad de interactuar de forma objetiva en su



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

aprendizaje. Se trata de una experiencia que intenta eliminar la incertidumbre de no saber realmente en que habilidades aun no se ha alcanzado nivel suficiente al no conocer el grado de satisfacción del resultado obtenido al terminar el ejercicio con respecto a al nivel que se debe alcanzar para conseguir superar la prueba.

Por tanto se pretende que este instrumento se convierta en una referencia, de forma que se extienda su uso en las actividades docentes en las que actualmente predomine la incertidumbre con lo que, sin duda mejorará la calidad de la docencia por lo que resulta necesario continuar la labor, estando previsto intentar que esta plataforma se encuentre conectada vía Internet de forma que tenga un funcionamiento muy parecido a lo planteada en este proyecto, pero enfocado desde el punto de vista generalista de abarcar todas aquellas experiencias virtuales que se vayan generando, especialmente en otros ámbitos afines.

### 6. Referencias Bibliográficas

**Pearl, J.** *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. San Mateo, CA : Morgan Kaufmann Publischer, 1988.

**Neapolitan, R.** *Probabilistic Reasoning in Expert Systems: Theory and Algorithms*. 1990.

**Lauritzen, S.** *Graphical models*. Oxford, UK : Oxford University Press, 1996.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

**Jensen, F.V.** *Bayesian Networks and Decision Graphs*. Springer-Verlang, Berlín : s.n., 2001.

**Jordan, M. I.** *An Introduction to Graphical Models*. 2003.

**Patrick Murphy, Kevin.** *Dynamic Bayesian Networks: Representation, Inference and Learning*. s.l. : UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY, 2002.

**Díez, Javier.** Proyecto Elvira. *Proyecto Elvira*. [Online] Noviembre 10, 2005. [Cited: Septiembre 28, 2009.] <http://www.ia.uned.es/~elvira/#proyecto>.

*Situation Assessment via Bayesian Belief Networks.* **Das, Subrata, Grey,**

**Rachel and Gonsalves, and Paul.** Cambridge, MA : s.n., 2002. Fifth International Conference on. pp. 664- 671.

*Video Understanding For Metro Surveillance.* **Cupillard, F. and Bremond F., Avanzi A. and Thonnat. M.**

*Bayesian Methods for Image Super-Resolution.* **Pickup, Lyndsey C., Capel, David P. and Zisserman, Stephen J. Roberts and Andrew.** 0, 2006, The Computer Journal, Vol. 0.

*Exploiting Human Actions and Object Context for Recognition Tasks.* **Moorey, Darnell J., Essayz, Irfan A. and III, and Monson H. Hayes.** Atlanta, Georgia : s.n., 1999. 7th IEEE International Conference on Computer Vision Corfu.

**Datcu, D. Rothkrantz, L.J.M.** *Automatic recognition of facial expressions using Bayesian Belief Networks*. The Netherlands : Department of Information Technology and Systems T.U.Delft.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

*Knowledge Engineering for Large Belief Networks.* **Pradhan, M, et al.** San Francisco: Morgan Kaufmann : s.n., 1994. Proceedings of the Tenth Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence. pp. 484-490.

*Bayesian user modeling for inferring the goals and needs of software users.* **Horvitz, E.J, Breese, J. S. and Heckerman, D. and Hovel,D.** Masidon, Wisconsin : Morgan Kaufman, 1998. Uncertainty in Artificial Intelligence: Proceedings of the Fourteenth Conference. pp. 256-265.

**Lacave Rodero, Carmen.** *Explicación en Redes Bayesianas causales. Aplicaciones Médicas.* Madrid : s.n., 2002. pp. Lacave Rodero, Carmen. 2002, Madrid.. Escuela Superior de Informática. Universidad de Castilla – La Mancha. [En línea] 2002, Madrid.  
[www.inf-cr.uclm.es/www/clacave/public/tesisdefinitiva.pdf](http://www.inf-cr.uclm.es/www/clacave/public/tesisdefinitiva.pdf).

*Redes bayesianas: El regreso de la metodología probabilística formal a los sistemas expertos.* **H. Martínez, Margarita.** Octubre 1998, Revista tecnológica, pp. 45-54.

**A. Feigenbaum, Edward.** *Knowledge Engineering in the 1980's.* Dept. of Computer Science, Stanford University, Stanford, CA : s.n., 1982.

**Giarratano, J and Riley, G.** *Sistemas Expertos: Principios y Programación.* México : Thomson Editores, 2001.

**Samper Márquez, Juan José.** RedCientífica Ciencia, Tecnología y Pensamiento. *RedCientífica Ciencia, Tecnología y Pensamiento.* [Online] [Cited: Octubre 1, 2009.]  
<http://www.redcientifica.com/doc/doc199908210001.html>.



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

*A review of expert systems.* **Kastner, J. K and Hong, S. J.** 1984, European Journal of Operations Research, pp. 285-292.

**Castillo, Enrique, Gutiérrez, José Manuel and S. Hadi, Ali.** *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas.* Madrid : Monografías de la Academia Española de Ingeniería, 1998.

**Durkin, J.** *Expert Systems: Design and Development.* Maxwell Macmillan : New York, 1994.

**Harmon, Paul and King, David.** *Expert System.* s.l. : John Wiley and Sons, 1985.

**ISO3534-1.** *Estadística. Vocabulario y símbolos. Parte 1: Términos relativos a probabilidades y estadística general.* 1993.

**García, Jesús.** *Razonamiento con incertidumbre. Curso 2008-2009.* Colmenarejo : s.n., 2008-2009.

**Diez, F. J.** *Introducción al Razonamiento Aproximado.* s.l. : Dpto. Inteligencia Artificial, UNED, 1998 . Edición revisada: mayo 2004, 1998.

**Bruce, G.Buchanan and H.Shortliffe, Edward.** *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project.* s.l. : Addison- Wesley, 1984.

*Fuzzy sets.* **Zadeh, L.A.** 1965, Information and Control 8, pp. 338-353.

**Sgafer, G.** *A Mathematical Theory of Evidence.* s.l. : Princeton University, 1976



## NUEVOS ESPACIOS DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR. Un análisis comparado y de tendencias.

---

**Alty, J.L. y Coombs, M.J.** *"Sistemas Expertos"*, Díaz de Santos, Madrid, 1986.

**Angulo, J.M. y del Moral, A.** *"Inteligencia Artificial"*, Paraninfo, Madrid, 1986.

**Cuena, José** *"Lógica Informática"*, Alianza, Madrid, 1985.

**Cuena, José y Otros** *"Inteligencia Artificial: Sistemas Expertos"*, Alianza, Madrid, 1986.

**Henaó Alvarez, Octavio** (2002) *La enseñanza virtual en la educación superior.* Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior.

**Kowalski, Robert** *"Lógica, programación e inteligencia artificial"* Díaz de Santos, Madrid, 1986.

**Naylor, Chris** *"Construya su propio Sistema Experto"*, Díaz de Santos, Madrid, 1986.

**Nilson, Nils J.** *"Principios de Inteligencia Artificial"* Díaz de Santos, Madrid, 1987.

**Perkins, David** (1995) *"La Escuela Inteligente"*. Gedisa. España.

**Ralph M. Stair Y George E. Reynolds**, *"Principios de Sistemas de Información. Inteligencia Artificial y Sistemas expertos"*, Editorial Thomson, Año 2002, pp. 480-511

**Rodríguez Illera, José Luis** (2004) *"El aprendizaje virtual. Enseñar y aprender en la era digital"*. Homo Sapiens Ediciones. España

**Ross Quintan, J.** *"Applications of Expert Systems"*, Addison Wesley, London, 1987 .