

## PRUEBA COMPARATIVA DE DIAGNÓSTICO EN COMPETENCIA MATEMÁTICA PARA ALUMNOS DE GRADO EN INGENIERÍA

Rocío Benítez, Sixto Romero, Isabel Salas  
[rbcambra@gmail.com](mailto:rbcambra@gmail.com)–[sixto@uhu.es](mailto:sixto@uhu.es)–[isalas123@gmail.com](mailto:isalas123@gmail.com)  
IES Virgen de la Esperanza, Línea de la Concepción (España)  
Universidad de Huelva (España)  
IES El Valle, Hinojos (Huelva)

Tema: V.4. Materiales y recursos didácticos para la enseñanza y aprendizaje de la Matemática.

Modalidad: CB

Nivel educativo: Secundaria-Terciario

Palabras clave: evaluación internacional, PISA, competencia matemática.

### Resumen

*Profesores de la Universidad de Huelva y de Secundaria en Cádiz y Huelva (España), respectivamente, han creído necesario realizar en el curso 2012-2013 una prueba que les permita comparar y, por ende, valorar con detalles y rigor algunos de los aspectos de los resultados españoles y su tendencia en las evaluaciones internacionales, como la de PISA 2003. En este trabajo se respeta la organización original en unidades y el estímulo común presentada por PISA así como los criterios de calificación. Una vez realizada la evaluación, se tiene un diagnóstico de como ingresan los alumnos de Grado en Ingeniería en la Universidad de Huelva, en cuanto a la competencia matemática se refiere. Además se va a hacer un estudio comparativo, más riguroso, con los resultados obtenidos por la evaluación PISA. Los análisis posteriores que tienen por finalidad orientar las políticas educativas están teniendo cada vez más repercusión en los medios de comunicación y en la opinión pública española, y en el resto de los países que se han sometido a las evaluaciones internacionales.*

### 1. Introducción

Para obtener el desarrollo de una sociedad, la OCDE estableció una serie de indicadores con los que se pretende mostrar la calidad del sistema educativo por medio de las competencias que alcanzan los escolares en una serie de disciplinas básicas, que comprende los dominios de la lectura comprensiva y la alfabetización matemática y científica, y cuyo logro se ha dado en llamar *alfabetización*. Estos indicadores caracterizan y muestran la preparación que los sistemas educativos proporcionan a los estudiantes de 15 años para desempeñar un papel activo como ciudadanos competentes, reflexivos y participativos. El estudio PISA es un programa de cooperación con un sistema internacional de gestión y control, en el que intervienen organismos vinculados con la OCDE, instituciones educativas y grupos internacionales de expertos. Este programa, que permite generar indicadores de los logros en educación, se lleva a cabo mediante una evaluación internacional de gran alcance. La información procede de los resultados obtenidos en pruebas estandarizadas realizados a los alumnos de 15 años. Las

pruebas han seguido procedimientos de aplicación comunes y se llevan a cabo por evaluadores externos. El estudio PISA se ha concebido como una herramienta para contribuir al desarrollo del capital humano de los países miembros de la OCDE basándose en los conocimientos, destrezas, competencias y otros rasgos individuales, que son relevantes para el bienestar personal, social y económico.

La evaluación ha permitido obtener indicadores sobre la alfabetización de los escolares no tanto en términos del currículo escolar como en el de los conocimientos y destrezas necesarios para la vida adulta, poniendo de manifiesto la deficiente calidad de la escolaridad obligatoria en muchos países, y en el nuestro en particular.

**¿Qué es lo que se pretende con este tipo de evaluación internacional?** La respuesta dada, a tenor de los resultados obtenidos, es remediar los malos resultados en educación. Aparte de los cambios de carácter pedagógico, debe otorgarse prioridad a las medidas que dotan de mayor democracia y autonomía a las escuelas, permitiéndoles que experimenten y que se adapten a las condiciones locales, así como aumentar los incentivos para el personal docente, de acuerdo con su formación y rendimiento. En definitiva, se refiere a las capacidades individuales de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente cuando formulan y resuelven problemas matemáticos en una variedad de dominios y situaciones. Un buen nivel en el desempeño de estas capacidades muestra que un estudiante está matemáticamente alfabetizado, o bien que está matemáticamente ilustrado. Por ello, la alfabetización o competencia matemática es la capacidad de un individuo para identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, hacer juicios bien fundados y usar e implicarse con las matemáticas en aquellos momentos en que se presenten necesidades para su vida individual como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. Esta competencia general se puede desglosar en una serie de competencias específicas o particulares. Las competencias en matemáticas se consideran parte principal de la preparación educativa y, por ello, la evaluación en matemáticas se centra sobre estas competencias como un componente esencial del programa PISA. El objetivo de la evaluación PISA consiste en establecer hasta qué punto los alumnos a los que se les presentan problemas pueden activar sus conocimientos y competencias matemáticas para resolverlos con éxito. El estudio PISA/OCDE se enfrenta a un problema operativo que consiste en evaluar si los estudiantes de 15 años están debidamente alfabetizados y han desarrollado eficazmente su capacidad de manejar las matemáticas de manera fundada cuando se enfrentan con problemas del mundo real.

Con los resultados evaluados y relativos a los/as alumnos/as de la citada edad pretendemos establecer una comparación con los alumnos/as de primer año en los estudios de Grado en Ingeniería en la Universidad de Huelva.

### **Estrategia elegida**

Cada uno de los ítems que se presentan, o grupo de ellos, propone una tarea vinculada a un contexto y que puede tratarse como un problema matemático. La estrategia escogida para construir un banco de ítems que, de manera equilibrada, cubra las fases antes señaladas en el proceso de matematización, tiene en cuenta tres variables o dimensiones:

1. El **contenido matemático** al que se refieren los problemas o tareas propuestas.
2. Las **competencias** que deben activarse para conectar el mundo real, donde surge el problema, con las matemáticas que se deben utilizar para su resolución.
3. Las **situaciones** y los **contextos utilizados** como fuente de materiales y de estímulos y en los que se localiza el problema.

Estas tres variables responden a un modelo funcional sobre el aprendizaje de las matemáticas que postula unas tareas, unas herramientas conceptuales y un sujeto que, al tratar de abordarlas mediante las herramientas disponibles, moviliza y pone de manifiesto su competencia en la ejecución de los procesos correspondientes.

Las ideas fundamentales adoptadas por PISA, que satisfacen las condiciones de respetar el desarrollo histórico, cubrir el dominio y contribuir a la reflexión de las líneas principales del currículo escolar, son: a) cantidad; b) espacio y forma; c) cambio y relaciones; d) incertidumbre.

### **Prueba de diagnóstico**

Con las cuatro categorías mencionadas el contenido se organiza en un número de áreas conveniente que aseguran que los ítems utilizados para esta evaluación tienen una distribución suficiente a lo largo del currículum, pero al mismo tiempo en un número no muy amplio para evitar una división excesiva. Las cuestiones que se plantean abarcan la diversidad de necesidades matemáticas de los alumnos de 15 años en su preparación como ciudadanos. **¿Sucederá lo mismo con los alumnos de ingreso en la UHU?**

Los problemas seleccionados son los ítems que aparecen en las pruebas de PISA 2003, *Prueba de matemáticas y de solución de problemas* publicado por el INECSE (Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo) del Ministerio de Educación y Ciencia de España: 1. *Caminar 1*; 2. *Caminar 2*; 3. *Cubos*; 4. *Crecer 1*; 5. *Crecer 2*; 6. *Crecer3*; 7. *Robos*; 8. *Carpintero*; 9. *Chatear 1*; 10. *Chatear 2*; 11. *Tipo de cambio*

1; 12. Tipo de cambio 2; 13. Tipo de cambio 3; 14. Caramelos de colores; 15. Examen de ciencias; 16. Feria; 17. Estanterías; 18. Basura; 19. Terremoto; 20. Selección; 21. Puntuación de examen; 22. Zapatos para niños; 23. Monopatín 1; 24. Monopatín 2; 25. Monopatín 3; 26. Campeón de ping-pong; 27. Vuelo espacial; 28. Escalera; 29. Datos 1; 30. Datos 2; 31. Respaldo al presidente; 32. El mejor coche 1; 33. El mejor coche 2; 34. Esquema escalera; 35. Sistema de transporte (<http://www.....>), elegidos de tal manera que contemplen el contenido, la competencia y el formato de respuesta para poder establecer el estudio comparativo ulterior de los resultados de los alumnos de secundaria y de universidad evaluados.

Para la comparación del estudio realizado con el estudio PISA hemos utilizado la misma escala de 2003: se ha respetado la puntuación media de los países de la OCDE de 500 puntos, y se puede constatar que los estudiantes puntúan entre 400 y 600 puntos (es decir, la desviación típica es igual a 100 puntos). Como se afirma en el documento PISA hay que tener en cuenta que una puntuación puede servir para describir tanto el rendimiento del alumno como la dificultad de un ejercicio. De este modo, se espera que un estudiante con una puntuación de los diferentes niveles: 6º-[668, ...], 5º-[606,668], 4º-[544, 606], 3º-[482, 544], 2º-[420,482], 1º [358,420], [..., 358] pueda resolver un ejercicio de una dificultad que pueda corresponder a éstos, u otros ejercicios de dificultad menor con la descripción relativa a los procesos matemáticos que pueda realizar.

### Metodología

a) El estudio realizado tiene varias fases: a) estudio descriptivo sobre una población elegida conscientemente sobre 81 alumnos, correspondiendo 45 a alumnos de Secundaria, y 46 a alumnos de Universidad.; b) Somos conscientes que la población no es muy extensa pero hemos optado por hacer este estudio previo para extenderlo a una población más amplia en una investigación futura. Se presenta a continuación la tabla descriptiva de participación:

	ESO	U. DE HUELVA
<b>HOMBRE</b>	20,9 % (n=19)	39,6 % (n=36)
<b>MUJER</b>	28,6 % (n= 26)	11,0 % (n=10)
<b>TOTAL</b>	100 % (n=45)	100 % (n=46)

Tabla1. Tabla descriptiva de la muestra

La siguiente corresponde al número de cuestiones contestadas:

PREGUNTAS CONTESTADAS	ESO		UNIVERSIDAD DE HUELVA	
	Número de alumnos	%	Número de alumnos	%
5	1	2,2%	0	0,0%
13	1	2,2%	0	0,0%
14	1	2,2%	0	0,0%
15	3	6,7%	0	0,0%
17	0	0,0%	1	2,2%
18	1	2,2%	0	0,0%
19	4	8,9%	3	6,5%
20	2	4,4%	0	0,0%
21	1	2,2%	1	2,2%
22	0	0,0%	2	4,3%
23	3	6,7%	3	6,5%
24	3	6,7%	2	4,3%
25	2	4,4%	3	6,5%
26	3	6,7%	1	2,2%
27	7	15,6%	4	8,7%
28	4	8,9%	3	6,5%
29	5	11,1%	7	15,2%
30	4	8,9%	16	34,8%

Tabla 2. Preguntas respondidas

Dado que las competencias tratan de centrar la educación en el estudiante, en su aprendizaje y en el significado funcional de dicho proceso, siguiendo el modelo PISA los tipos de competencias seleccionados: *pensar y razonar, argumentar, comunicar, modelar, plantear y resolver problemas, representar y utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones*, pueden describir los procesos que se requieren para un dominio matemático general.

Por razones obvias de espacio no podemos presentar el amplio estudio realizado pero, a modo de ejemplo, en función de las citadas competencias, con diferentes niveles de profundidad, los ítems propuestos plantean diferentes tipos y niveles de cuestiones desde el punto de vista cognitivo. Es de todos conocidos que PISA/OCDE considera varios niveles de complejidad a la hora de considerar los ítems con los que evaluar las competencias. A continuación presentamos un resumen de la prueba Chi-Cuadrado dónde aparece el nivel dificultad correspondiente a cada pregunta:

NIVEL DE DIFICULTAD	DIFICULTAD	NUMERO DE PREGUNTA	UHU	ESO	PRUEBA JI-CUADRADO
5	611	P 1	76,7	35,5	p=0,000<0,05
6	723	P 2	15,0	5,3	p=0,102
5	666		15,0	21,1	
4	605		42,5	47,4	
2	478	P 3	93,3	84,1	p=0,197
2	477	P 4	83,7	68,3	p=0,097
4	574	P 5	73,0	34,6	p=0,020<0,05
3	525	P 6	4,8	22,0	p= 0,021<0,05
1	420		95,2	78,0	
6	694	P 7	12,2	21,6	p=0,097
4	577		43,7	29,7	
6	687	P 8	24,4	15,8	p=0,330
3	533	P 9	65,9	41,9	p=0,024<0,05
5	636	P 10	40,5	6,1	p=0,001<0,05
1	406	P 11	88,6	83,8	p=0,525
2	439	P 12	84,4	74,3	p=0,260
4	586	P 13	64,3	70,8	p=0,587
4	549	P 16	16,3	7,0	p=0,178
4	556	P 17	51,1	31,0	p=0,056
3	499	P 19	88,9	51,4	p=0,000<0,05
4	551	P 20	73,2	6,1	p=0,000<0,05
4	557	P 21	63,6	52,6	p=0,313
4	559	P 22	64,4	32,6	p=0,003<0,05
5	620	P 23	69,7	50,0	p=0,110
3	496	P 25	4,3	12,5	p=0,195
2	464		71,7	72,5	
4	570	P 26	77,3	50,0	p=0,008<0,05
4	554	P 27	72,1	65,1	p=0,486
2	421	P 33	88,1	72,7	p=0,090
3	503	P 35	76,2	72,1	p=0,666
5	615	P 36	51,5	28,6	p=0,069
2	447	P 37	97,2	88,9	p=0,357
5	657	P 38	80,6	8,7	p=0,000<0,05
3	404	P 39	64,9	73,0	p=0,451
6	668	P 40	2,9	11,1	p=0,313

Tabla 3. Nivel de dificultad de la prueba

También es importante resaltar a nivel competencial los resultados que presentamos en los anexo I, II y III (Competencias de Reproducción, Conexión y Reflexión).

## Conclusiones

El estudio completo de una muestra más amplia que abarque casi la totalidad de la población estudiantil de los primeros cursos de Grado de Ingeniería de la Universidad de Huelva se realizará el próximo curso.

a) Con la población elegida y a partir de la tabla 3, podemos observar que el valor de significación de la Chi-Cuadrado es inferior a 0,05, en 10 de las 30 preguntas del el test, es decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las respuestas del alumnado de ESO y las respuestas del alumnado de la Universidad de Huelva, en sólo un tercio de la prueba.

b) De los Anexos I, II y III podemos afirmar que encontramos una diferencia estadísticamente significativa, en el 23% de las preguntas que forman parte de la competencia de reproducción, el 36,36 % de las preguntas que forman parte de la competencia de conexión y el 60% de las preguntas que forman parte de la competencia de reflexión.

UNIVERSIDAD DE HUELVA	Mínimo	Máximo	Media	Desv.Típ.	Varianza
<b>Puntuación de la Prueba</b>	296,73	543,43	478,8428	68,86953	4743,012
<b>Puntuación Competencia Reproducción</b>	293,15	490,69	451,1171	57,25693	3278,356
<b>Puntuación Competencia Conexiones</b>	324,17	591,25	502,3659	83,60479	6989,761
<b>Puntuación Competencia Reflexión</b>	108,80	597,40	494,4739	119,45494	14269,482

Tabla 4. Puntuación prueba de los alumnos de la UHU

ESO	Mínimo	Máximo	Media	Desv.Típ.	Varianza
<b>Puntuación de la Prueba</b>	86,53	543,27	417,0452	103,45592	10703,127
<b>Puntuación Competencia Reproducción</b>	120,77	490,31	415,8803	85,27376	7271,615
<b>Puntuación Competencia Conexiones</b>	40,17	589,00	431,3981	125,84986	15838,186
<b>Puntuación Competencia Reflexión</b>	108,80	587,40	385,6267	147,02612	21616,681

Tabla 5. Puntuación prueba de los alumnos de ESO

c) Las tablas 4 y 5 muestran los resultados de la puntuación de la prueba de los dos niveles educativos según modelo PISA adaptado, y según las competencias elegidas.

d) Aunque no podemos comparar las puntuaciones medias entre los dos niveles educativos, debido a que el tamaño de la muestra es pequeño y que no cumple las

condiciones de normalidad para poder llevar a cabo una comparación a través de la prueba t-Student con el ensayo realizado, podemos observar que la puntuación media en la ESO, es coherente con lo que afirma el informe PISA. De los resultados se desprenden una cierta inquietud, o tal vez hay que ser más pesimista, al observar que la puntuación media en la UHU de Huelva está al mismo nivel. Teniendo en cuenta que es una prueba realizada al alumnado de 4º de ESO, creemos que la puntuación media de los alumnos universitarios de la UHU, que han realizado la prueba debería haber estado entre el cuarto o quinto nivel dentro de los seis niveles de competencia en matemáticas que describe el informe PISA.

e) **A modo de conclusión final.** Con estos resultados poco halagüeños, Anexo IV, nos enfrentamos a una tarea investigadora el próximo curso con una muestra más amplia y en el que se incluirá un estudio comparativo de estos dos niveles elegidos con los resultados PISA 2003 de la OCDE.

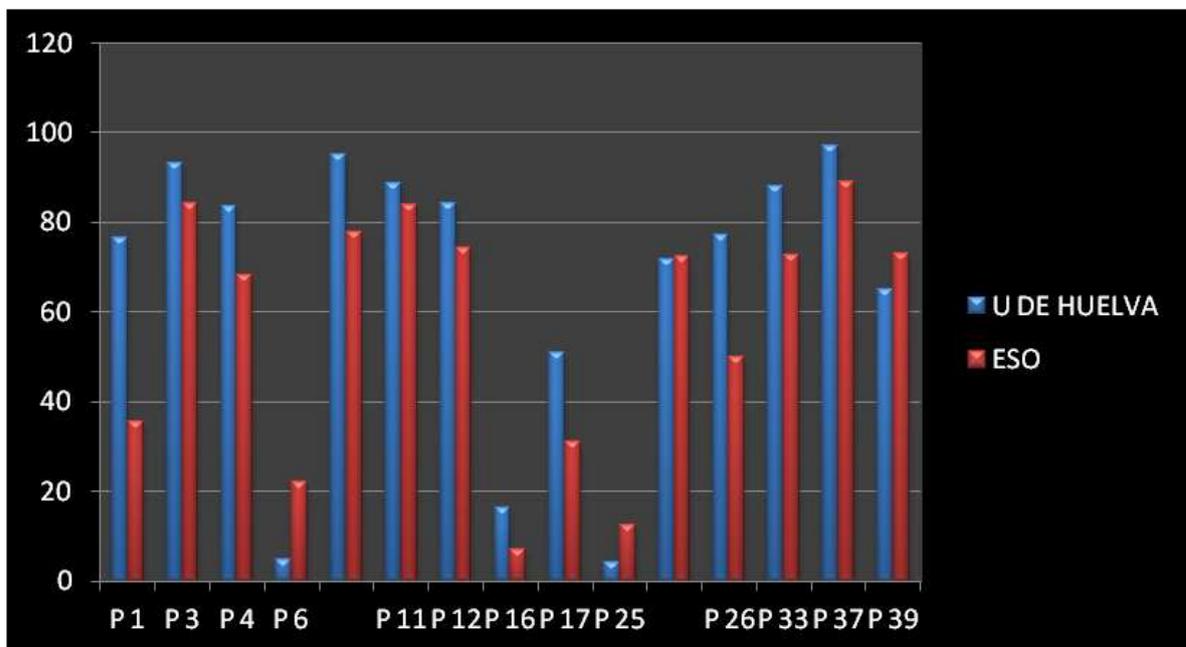
¡Algo nos tememos, y demasiado preocupante, para la enseñanza universitaria!

### Referencias bibliográficas

- INECSE (Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo), (2005). *Pruebas de matemáticas y de solución de problemas*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, España. <http://www.ince.mec.es>
- INECSE (Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo), (2004). *Aprender para el mundo de mañana*. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, España. <http://www.ince.mec.es>
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA. NCTM
- OCDE (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París. OCDE. <http://www.pisa.oecd.org>
- Campillo, A. (coord.) et al. (2004). *Título de Grado en Matemáticas*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Madrid
- Gerencia de Investigación y Evaluación.(2004). *Primer Informe Nacional – PISA 2003*. Versión Preliminar. ANEP. Uruguay.
- OCDE (2004). *Learning for Tomorrow's World: First results from PISA 2003*. Paris. <http://www.pisa.oecd.org>
- OCDE (2005a). *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Paris. <http://www.oecd.org/home>

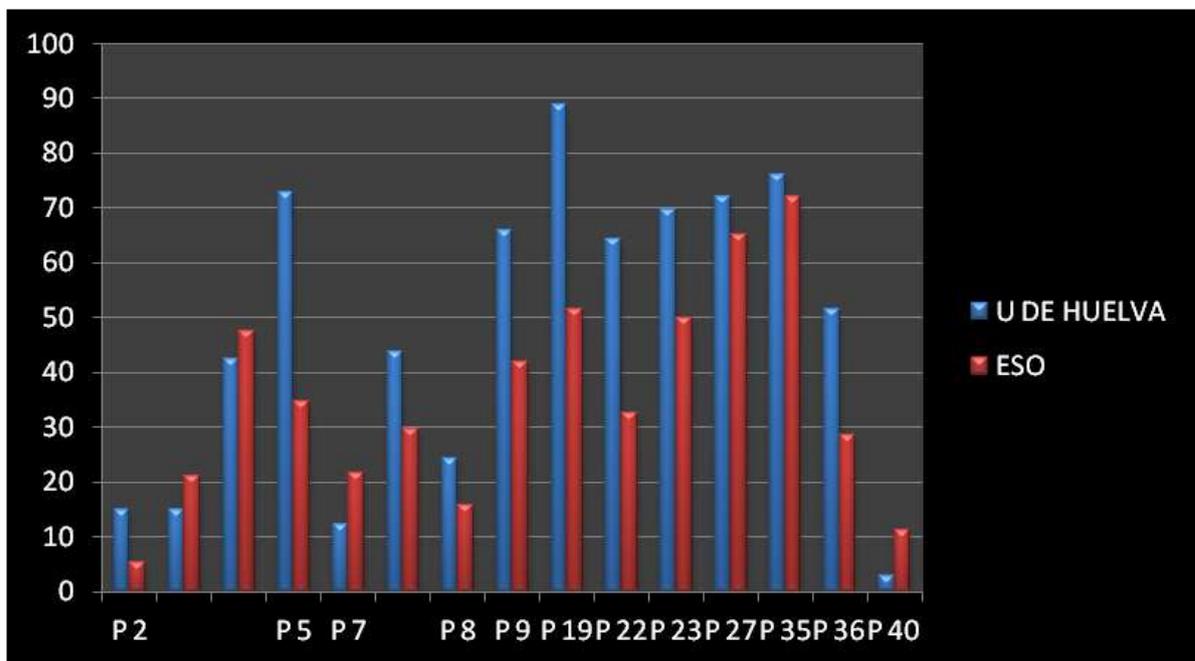
**ANEXO I. Competencia de Reproducción**

COMPETENCIA REPRODUCCIÓN					
NIVEL DE DIFICULTAD	DIFICULTAD	NUMERO DE PREGUNTA	U. DE HUELVA	ESO	PRUEBA CHI-CUADRADO
5	611	P 1	76,7	35,5	p=0,000<0,05
2	478	P 3	93,3	84,1	p=0,197
2	477	P 4	83,7	68,3	p=0,097
3	525	P 6	4,8	22,0	p=0 ,021<0,05
1	420		95,2	78,0	
1	406	P 11	88,6	83,8	p=0,525
2	439	P 12	84,4	74,3	p=0,260
4	549	P 16	16,3	7,0	p=0,178
4	556	P 17	51,1	31,0	p=0,056
3	496	P 25	4,3	12,5	p=0,195
2	464		71,7	72,5	
4	570	P 26	77,3	50,0	p=0,008<0,05
2	421	P 33	88,1	72,7	p=0,090
2	447	P 37	97,2	88,9	p=0,357
3	404	P 39	64,9	73,0	p=0,451



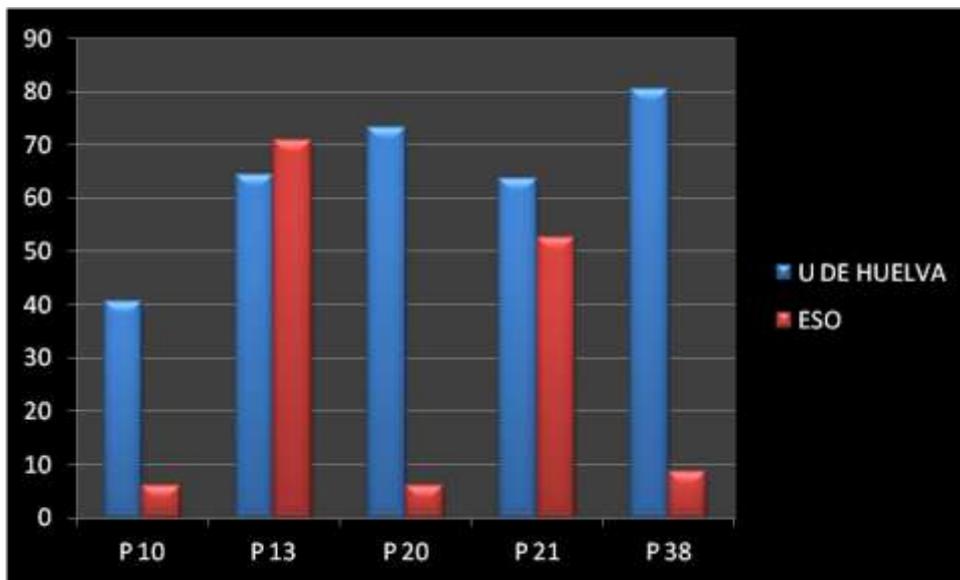
**ANEXO II. Competencia de Conexión**

COMPETENCIA CONEXIÓN					
NIVEL DE DIFICULTAD	DIFICULTAD	NUMERO DE PREGUNTA	U. DE HUELVA	ESO	PRUEBA JI-CUADRADO
6	723	P 2	15,0	5,3	p=0,102
5	666		15,0	21,1	
4	605		42,5	47,4	
4	574	P 5	73,0	34,6	p=0,020<0,05
6	694	P 7	12,2	21,6	p=0,097
4	577		43,7	29,7	
6	687	P 8	24,4	15,8	p=0,330
3	533	P 9	65,9	41,9	p=0,024<0,05
3	499	P 19	88,9	51,4	p=0,000<0,05
4	559	P 22	64,4	32,6	p=0,003<0,05
5	620	P 23	69,7	50,0	p=0,110
4	554	P 27	72,1	65,1	p=0,486
3	503	P 35	76,2	72,1	p=0,666
5	615	P 36	51,5	28,6	p=0,069
6	668	P 40	2,9	11,1	p=0,313



### ANEXO III. Competencia de Reflexión

COMPETENCIA REFLEXIÓN					
NIVEL DE DIFICULTAD	DIFICULTAD	NUMERO DE PREGUNTA	U. DE HUELVA	ESO	PRUEBA JI-CUADRADO
5	636	P 10	40,5	6,1	p=0,001<0,05
4	586	P 13	64,3	70,8	p=0,587
4	551	P 20	73,2	6,1	p=0,000<0,05
4	557	P 21	63,6	52,6	p=0,313
5	657	P 38	80,6	8,7	p=0,000<0,05



### ANEXO IV. Puntuaciones de la prueba. Comparación

