

Ouafae Debdi
J. Ángel Velázquez Iturbide
Maximiliano Paredes

Una Evaluación de Motivación de GreedExCol

Número 2013-03

Serie de Informes Técnicos DLSI1-URJC
ISSN 1988-8074
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I
Universidad Rey Juan Carlos

Índice

1	Introducción	4
2	EMSI	5
3	Protocolo	6
4	Resultados	6
4.1	Respuestas Numéricas del Grupo Individual: GreedEx	7
4.2	Respuestas Numéricas del Grupo Colaborativo: GreedExCol	8
4.3	Respuestas Numéricas del Grupo de Control: Clases Magistrales	9
5	Resultados del Análisis de Motivación	10
5.1	Análisis de la Media Global de Motivación	11
5.2	Análisis de las Cuatro Dimensiones de la Motivación	15
5.2.1	Dimensión Motivación Intrínseca	15
5.2.2	Dimensión Regulación Identificada	19
5.2.3	Dimensión Regulación Externa.....	21
5.2.4	Dimensión Desmotivación (Amotivation)	23
6	Conclusiones	27
	Agradecimientos.	28
	Referencias	28
	Apéndice A: Cuestionario de Motivación	29
	Cuestionario de	29
	Apéndice B: Respuestas al Cuestionario	31

Una Evaluación de Motivación de GreedExCol

Ouafae Debdi, Maximiliano Paredes, J. Ángel Velázquez Iturbide

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I, Universidad Rey Juan Carlos,
C/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid
{ouafae.debdi, maximiliano.paredes, angel.velazquez}@urjc.es

Resumen. GreedExCol es un sistema para la experimentación interactiva con algoritmos voraces basado en el enfoque CSCL. Este informe presenta una evaluación de motivación bajo diferentes paradigmas de aprendizaje con el objetivo de medir el nivel de motivación en los alumnos que experimentaron con GreedExCol. En el informe se describe el protocolo de evaluación utilizado y los resultados obtenidos. El informe incluye, como apéndices, el cuestionario utilizado y las respuestas de los alumnos.

Palabras clave: Algoritmos voraces, motivación, EMSI, CSCL.

1 Introducción

GreedExCol es una herramienta educativa diseñada para apoyar el aprendizaje de los algoritmos voraces en un enfoque CSCL. GreedExCol es una ampliación del sistema basa GreedEx que es un ayudante interactivo para el aprendizaje de diversos algoritmos voraces cuyo objetivo es ayudar al alumno a experimentar con diversas funciones de selección para cada problema soportado. El alumno debería apreciar el efecto de las diversas funciones de selección y ser capaz de realizar una elección fundada entre ellas. En términos de la taxonomía de Bloom [1], GreedEx [2] debe ayudar en los siguientes niveles de aprendizaje:

- Nivel de comprensión. El alumno comprenderá el problema planteado y el algoritmo voraz que lo resuelve. El algoritmo será independiente de la función de selección elegida, por lo que puede contener fragmentos de pseudocódigo.
- Nivel de análisis. El alumno analizará el efecto de aplicar a unos datos de entrada el mismo algoritmo voraz, pero con diversas funciones de selección.
- Nivel de evaluación. El alumno evaluará el efecto de cada función de selección y seleccionará (empíricamente) las óptimas.

GreedExCol es una herramienta educativa que soporta el trabajo de un grupo de alumnos en un enfoque colaborativo para el aprendizaje de los algoritmos voraces. GreedExCol soporta un espacio de contribuciones que ayuda al debate dentro de un grupo de alumnos donde facilita la interacción social. Por tanto, cada alumno trabaja de forma individual en las primeras etapas de experimentación [3, 4] y posteriormente interviene en un debate con el resto de los miembros del grupo para decidir qué

funciones de selección son óptimas. Para realizar este debate, los miembros de un grupo comparten los datos obtenidos experimentalmente mostrados en las visualizaciones y en las tablas. Es en este punto cuando GreedExCol realiza una aportación respecto a otras herramientas, y en particular respecto a GreedEx, al soportar un espacio colaborativo para compartir los experimentos realizado por los alumnos [5].

En este informe presentaremos una evaluación de motivación en diferentes paradigmas de aprendizaje con el objetivo de averiguar el efecto de GreedExCol en mejorar la motivación de los alumnos. La estructura del informe es la siguiente. El apartado 2 presenta una introducción sobre la Escala de Motivación Situacional (EMSI), el apartado 3 describe el protocolo utilizado. El apartado 4 presenta los resultados obtenidos, desglosados en respuestas numéricas para los grupos analizados. El apartado 5 muestra el análisis de motivación. En el quinto apartado comentamos los resultados obtenidos. Finalmente, dos apéndices recogen información detallada de la evaluación, tanto del cuestionario utilizado como de las respuestas de los alumnos.

2 EMSI

La Escala de Motivación Situacional (EMSI) es un instrumento adecuado para evaluar la motivación situacional (se refiere a la motivación de los individuos mientras se están involucrando en una actividad) en el entorno educativo. Cuenta con 14 ítems y que evalúa las dimensiones de la motivación intrínseca, la regulación identificada, externa y desmotivación [6].

Hay diferentes tipos de motivación que difieren en sus niveles inherentes de autodeterminación: la motivación intrínseca, motivación extrínseca y desmotivación. En primer lugar, la motivación intrínseca se refiere a la motivación que viene desde el interior de una persona sólo por el placer, el deseo o interés en la tarea en sí, estas personas no necesitan ninguna recompensa o incentivos para hacer algo. En segundo lugar, la motivación extrínseca se refiere a la realización de actividades debido a los incentivos o ventajas de la propia actividad, por otra parte existen diferentes tipos de motivación extrínseca que varían en el grado de auto-determinación, el que presente menor autodeterminación se denomina regulación externa y ocurre cuando un individuo se involucra en una actividad para obtener la recompensa o para evitar el castigo, sin embargo, la regulación identificada ocurre cuando la conducta se considera importante porque la actividad es de mérito. Por último, el concepto menos autodeterminada, es la desmotivación, que se produce cuando las personas no pueden percibir las contingencias entre el comportamiento y los resultados, sus comportamientos no son ni la motivación intrínseca ni extrínseca.

Según la teoría de la autodeterminación, este tipo de motivación se ordenan a lo largo del autodeterminación que va desde desmotivación en un extremo a la motivación intrínseca en el otro extremo, estos tipos de motivación difieren en sus niveles de autodeterminación, por lo que los niveles más altos están correlacionadas con la libre determinación, como la motivación intrínseca y regulación identificada lo cual está asociado con efectos positivos. En contraste, los resultados más negativos están vinculados a la desmotivación y regulación externa.

3 Protocolo

Esta evaluación de GreedExCol se realizó en Marzo de 2012, en la asignatura troncal “Diseño y Análisis de Algoritmos”, en tres grupos diferentes, un grupo Colaborativo que usó el GreedExCol, otro grupo que usó la herramienta GreedEx individual y finalmente un grupo de control que recibió solamente clases magistrales. En total participaron 107 alumnos (68 del grupo Individual ,28 del grupo Colaborativo, del grupo Control 17). Todos los alumnos realizaron el test de manera anónima.

Los alumnos estaban familiarizados con los conceptos básicos de la técnica voraz. El profesor había impartido dos sesiones de teoría previas. La primera sesión de 2 horas de duración, incluyó una presentación de las características de los problemas de optimización y de la técnica voraz, así como varios problemas sencillos y una discusión de la existencia de funciones de selección óptimas. La segunda sesión fue una clase convencional de una hora sobre el algoritmo de Dijkstra.

Los alumnos de los dos grupos experimentales (individual y colaborativo) estaban familiarizados con el método experimental y el asistente GreedEx/GreedExCol. Se había celebrado una sesión de 2 horas. En la primera mitad, el profesor había utilizado GreedEx en clase para dos problemas soportados por GreedEx, maximizar el número de objetos en una mochila y maximizar el peso introducido en una mochila. Junto a los problemas, había presentado los conceptos de experimentación relacionados y el proceso de experimentación. Después, los alumnos habían podido experimentar en el aula informática con GreedEx/GreedExCol para el problema de la mochila, sin embargo el grupo de control recibió únicamente clases magistrales.

El objetivo de este experimento es medir la motivación en alumnos bajo diferentes paradigmas de aprendizaje. Para conseguir ésta medición se ha utilizado el instrumento EMSI (Escala de Motivación Situacional) correspondiente a la traducción del instrumento SIMS (Situational Motivation Scale). EMSI consta de 14 ítems agrupados en 4 dimensiones: motivación intrínseca (ítems 1, 5, 9, 11), regulación identificada (ítems 2,6,12), regulación externa (ítems 3,7,13) y desmotivación (ítems 4,8,10,14). Todos los ítems responden a la pregunta “¿Por qué crees que deberías realizar la actividad que has hecho para estudiar algoritmos voraces?”. Los ítems están medidos bajo una escala de 1 (no se corresponde en absoluto con lo que pienso) al 7 (se corresponde exactamente con lo que pienso).

Los alumnos contestaron al cuestionario de motivación mediante la página Web del departamento. El cuestionario constaba de una pregunta y 14 afirmaciones como respuesta a esa pregunta, los alumnos valoraron el grado en el que está de acuerdo con cada una de ellas con la escala que va del 1 (no se corresponde en absoluto con lo que pienso) al 7 (se corresponde exactamente con lo que pienso). Incluimos el cuestionario de motivación en el Apéndice A y las respuestas al mismo en el apéndice B.

4 Resultados

Presentamos los resultados del cuestionario para los tres grupos: Individual (GII), Colaborativo (GIS) y Control (VICA). Recordemos que participaron 107 alumnos

(68 del grupo Individual ,28 del grupo Colaborativo, del grupo Control 17), que rellenaron vía Web el cuestionario individualmente. Todas las respuestas del test responden a la pregunta “¿Por qué crees que deberías realizar la actividad que has hecho para estudiar algoritmos voraces?”. Pueden encontrarse todas las respuestas en el Apéndice B.

4.1 Respuestas Numéricas del Grupo Individual: GreedEx

La Tabla 1 incluye los resultados de las respuestas del test de motivación para el grupo Individual.

Tabla 1. Resultados numéricos de las respuestas para el grupo Individual

Respuestas	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	Media Total
Porque creo que esta actividad es interesante	0	0	0	5	16	21	18	4.94
Por mi propio bien	0	1	4	10	14	15	14	4.55
Porque se supone que debo hacerlo	0	9	6	8	15	11	10	3.89
Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna	0	1	2	2	8	4	20	5.77
Porque disfruto con esta actividad	0	2	6	17	19	11	7	3.84
Porque creo que esta actividad es buena para mí	0	0	0	6	15	19	20	4.95
Porque es algo que tengo que hacer	0	8	7	14	13	10	6	3.71
Realizo esta actividad, pero no estoy seguro de si vale la pena	0	1	1	7	8	8	15	5.48
Porque esta actividad es divertida	0	5	4	13	22	11	5	3.85
No lo sé, no veo qué me aporta esta actividad	0	0	1	3	6	9	18	5.85
Porque me siento bien realizando esta actividad	0	1	8	14	28	8	3	3.69
Porque creo que esta actividad es importante para mí	0	1	0	7	18	23	12	4.65
Porque creo que tengo que hacerlo	0	5	4	4	24	12	7	4.27
Hago esta actividad, pero no estoy seguro de que sea conveniente continuar con ella	0	0	0	4	8	8	23	5.73
Total respuestas	34	43	114	214	170	178	115	4.66

Como puede observarse los valores han sido bastante altos para al grupo Individual. Las 868 respuestas se desglosan 463 altas o muy altas (corresponden con lo que pienso), 214 regulares (corresponden al 50 % con lo que pienso) y 191 bajas o muy bajas (no se corresponden con lo que pienso).

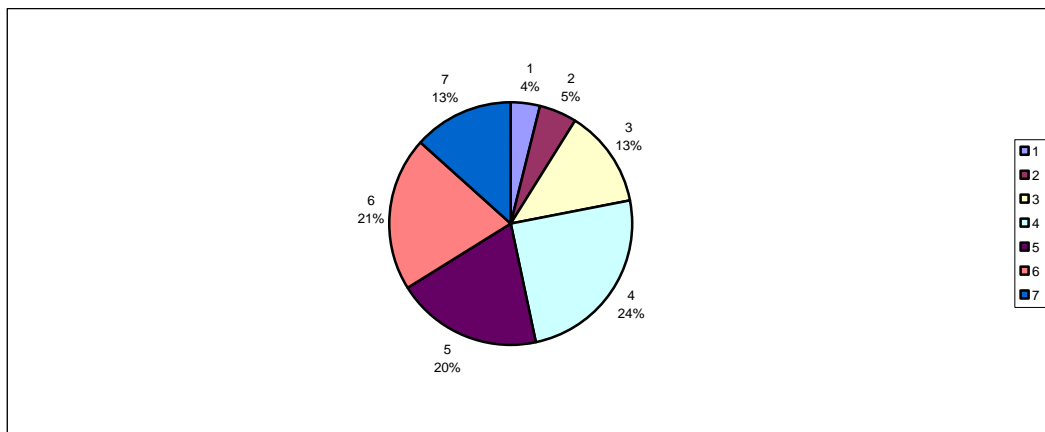


Fig. 1. Porcentajes de las puntuaciones aportadas por los alumnos del grupo individual

Tal y como se puede observar en la Figura 1, el mayor porcentaje obtenido es de (24%) para una puntuación de 4 a las respuestas del test de motivación (se corresponde al 50% con lo que pienso), mientras el menor porcentaje obtenido es el (4%) para una puntuación de 1 (no se corresponde en absoluto con lo que pienso).

4.2 Respuestas Numéricas del Grupo Colaborativo: GreedExCol

Tabla 2. Resultados numéricos de las respuestas para el grupo Colaborativo

Respuestas	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	Media Total
Porque creo que esta actividad es interesante	1	1	2	9	10	4	1	4.50
Por mi propio bien	3	4	6	6	4	1	4	3.82
Porque se supone que debo hacerlo	4	4	6	6	4	3	1	3.54
Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna	3	1	5	3	4	4	8	4.71
Porque disfruto con esta actividad	3	7	6	8	2	2	0	3.18
Porque creo que esta actividad es buena para mí	1	2	4	10	5	4	2	4.29
Porque es algo que tengo que hacer	3	5	6	10	0	4	0	3.39
Realizo esta actividad, pero no estoy seguro de si vale la pena	3	7	6	8	2	2	0	4.57
Porque esta actividad es divertida	2	11	6	5	3	1	0	2.96
No lo sé, no veo qué me aporta esta actividad	2	0	3	6	6	4	7	4.93
Porque me siento bien realizando esta actividad	1	7	6	12	2	0	0	3.25
Porque creo que esta actividad es importante para mí	2	4	5	7	5	4	1	3.89
Porque creo que tengo que hacerlo	1	1	1	7	11	3	4	4.82

Hago esta actividad, pero no estoy seguro de que sea conveniente continuar con ella	1	0	2	9	6	6	4	4.89
Total respuestas	30	54	64	106	64	42	32	4.05

Para el grupo Colaborativo, los valores han sido buenos tal como se muestra en la Tabla 2. Las 392 respuestas se desglosan 138 altas o muy altas (corresponden con lo que pienso), 106 regulares (corresponden al 50 % con lo que pienso) y 148 bajas o muy bajas (no se corresponden con lo que pienso).

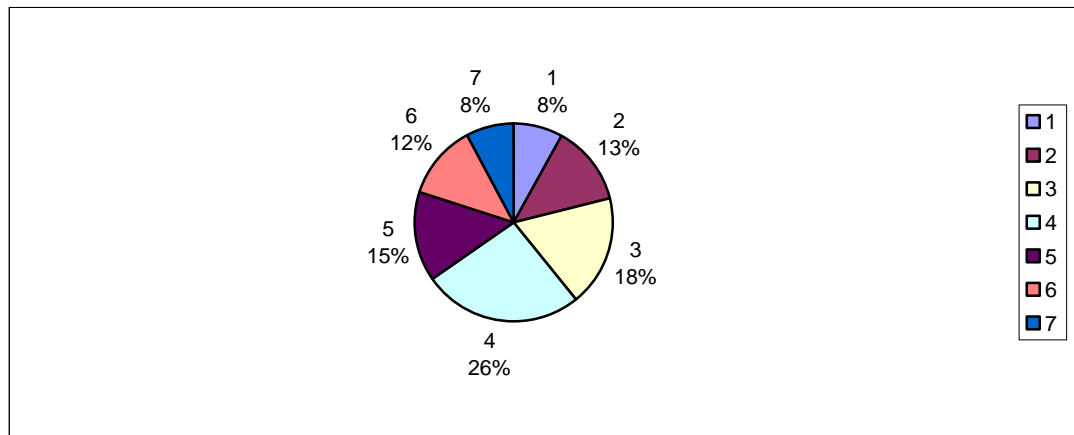


Fig. 2. Porcentajes de las puntuaciones aportadas por los alumnos del grupo Colaborativo.

Tal y como se puede observar en la Figura 2, el mayor porcentaje obtenido es de (26%) para una puntuación de 4 a las respuestas del test de motivación (se corresponde al 50% con lo que pienso), mientras el menor porcentaje obtenido es el (8%) para una puntuación de 7 (se corresponden con lo que pienso) y 1 (no se corresponde en absoluto con lo que pienso).

4.3 Respuestas Numéricas del Grupo de Control: Clases Magistrales

Tabla 3. Resultados numéricos de las respuestas para el grupo de Control

Respuestas	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	Media Total
Porque creo que esta actividad es interesante	0	0	4	7	3	2	1	4.35
Por mi propio bien	0	2	0	2	5	5	3	5.18
Porque se supone que debo hacerlo	1	3	3	3	5	2	0	3.82
Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna	1	0	0	1	5	5	5	5.59
Porque disfruto con esta actividad	1	3	3	5	2	1	2	3.88
Porque creo que esta actividad es buena para mí	0	0	2	4	4	5	2	5.06
Porque es algo que tengo que hacer	1	7	5	1	1	1	1	3.06

Realizo esta actividad, pero no estoy seguro de si vale la pena	0	0	0	3	5	3	6	5.71
Porque esta actividad es divertida	1	2	6	3	3	1	1	3.71
No lo sé, no veo qué me aporta esta actividad	0	0	0	1	3	6	7	6.12
Porque me siento bien realizando esta actividad	1	3	2	5	3	1	2	4.00
Porque creo que esta actividad es importante para mí	0	0	1	4	6	3	2	4.82
Porque creo que tengo que hacerlo	0	1	1	5	3	5	2	4.94
Hago esta actividad, pero no estoy seguro de que sea conveniente continuar con ella	1	0	0	1	4	6	5	5.65
Total respuestas	7	21	27	45	52	46	39	4.70

Con respecto al grupo de control, los valores han sido bastante altos. Las 237 respuesta se desglosan 137 altas o muy altas (corresponden con lo que pienso), 45 regulares (corresponden al 50 % con lo que pienso) y 55 bajas o muy bajas (no se corresponden con lo que pienso).

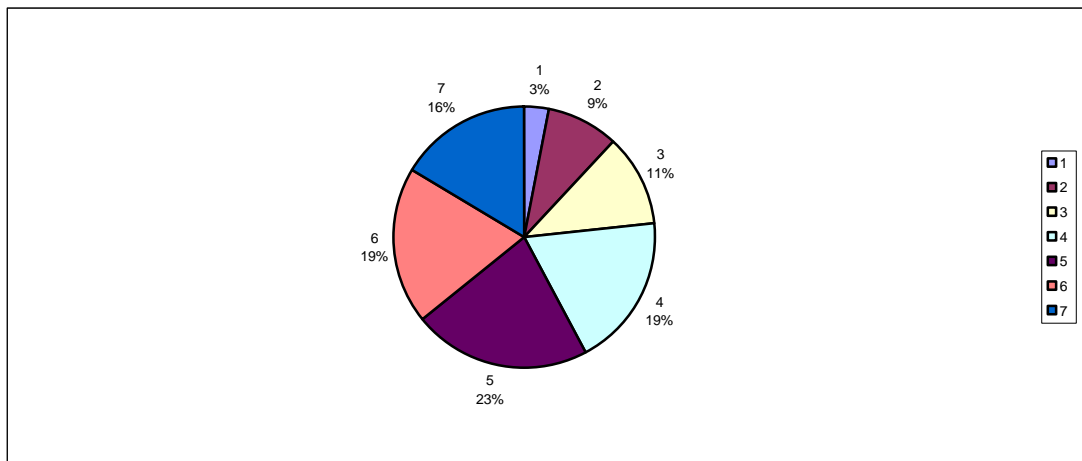


Fig. 3. Porcentajes de las puntuaciones aportadas por los alumnos del grupo de control

Tal y como se puede observar en la Figura 3, el mayor porcentaje obtenido es de (23%) para una puntuación de 5 a las respuestas del test de motivación, mientras el menor porcentaje obtenido es el (3%) para una puntuación de 1 (no se corresponde en absoluto con lo que pienso).

5 Resultados del Análisis de Motivación

Se han analizado estadísticamente los resultados del instrumento EMSI con sus 14 respuestas, así como las cuatro dimensiones, comparando los resultados entre los

grupos experimentales (Individual y Colaborativo) y el grupo de Control. La Tabla 4 recoge el número de alumnos participantes en cada grupo.

Se debe indicar que se ha realizado la inversa en las numeraciones de los alumnos en las preguntas 3, 4, 7, 8, 10 y 14 para realizar este análisis. El análisis se realizó con el paquete estadístico SPSS 20.

Tabla 4. Tamaños de las muestras.

Tipo de acercamiento	Número de participantes
Individual (GII)	62
Colaborativo (GIS)	28
Control (VICA)	17

La Tabla 5 muestra los valores descriptivos como media, varianza y curtosis para los tres grupos analizados.

Tabla 5. Valores descriptivos de EMSI

Tipo experimento	Media	Varianza	Desviación Típica	Curtosis
Individual (GII)	4,6560	0,364	0,60299	-0,514
Colaborativo (GIS)	4,0539	0,576	0,75893	0,727
Control (VICA)	4,7053	0,392	0,62610	-1,188

Según la Tabla 5 los grupos con mayor media son el grupo de control e individual. Para verificar que esta media es poblacionalmente significativa realizamos una comparación de los resultados del instrumento EMSI con un contraste de ANOVA sobre las medias poblacionales, realizando los siguientes pasos sobre los tres grupos:

1. Verificación de la normalidad de las muestras.
2. Verificación de la homogeneidad de las muestras o la prueba de Kruskal Wallis en el caso de la no normalidad de las muestras
3. Contraste ANOVA con post-hoc y corrección de Bonferroni.

5.1 Análisis de la Media Global de Motivación

Para realizar una comparación de los resultados del instrumento EMSI con un contraste de ANOVA sobre las medias poblacionales, primero debemos saber si las muestras son normales. Para ello hemos utilizado la prueba de Shapiro-Wilk para muestras menores que 50 y la prueba de Kolmogorov-Sminov para muestras mayores que 50. Se ha utilizado un error estándar del 5%.

Tabla 6. Análisis de la normalidad.

	Tipo experimento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EMSI	Individual (GII)	,118	62	,032	,958	62	,032

Colaborativo (GIS)	,148	28	,120	,963	28	,404
Control (VICA)	,220	17	,028	,905	17	,082

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Como se puede observar en la Tabla 6, no existe normalidad en el experimento Individual dado que $\text{sig} = 0.032 < 0,05$ (celda en rojo), entonces se rechaza la hipótesis nula (la muestra del grupo individual no es normal).

En este caso, usaremos la prueba no paramétrica del contraste por intervalo de confianza para la comparación de las muestras. En la Tabla 7 podemos observar los intervalos de confianzas para los tres grupos.

Tabla 7. Intervalos de confianza.

Descriptivos			Estadístico	Error típ.
EMSI Individual (GII)	Media		4,6555	,07656
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,5024	
		Límite superior	4,8086	
	Media recortada al 5%		4,6737	
	Mediana		4,7857	
	Varianza		,363	
	Desv. típ.		,60284	
	Mínimo		3,21	
	Máximo		5,79	
	Rango		2,57	
	Amplitud intercuartil		1,00	
	Asimetría		-,508	,304
	Curtosis		-,518	,599
	Colaborativo (GIS)	Media		4,0536
Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	3,7593	
		Límite superior	4,3478	
Media recortada al 5%			4,0805	
Mediana			4,1786	
Varianza			,576	
Desv. típ.			,75883	
Mínimo			2,00	
Máximo			5,36	
Rango			3,36	
Amplitud intercuartil		1,04		

	Asimetría		-,572	,441
	Curtosis		,722	,858
Control (VICA)	Media		4,7059	,15163
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,3844	
		Límite superior	5,0273	
	Media recortada al 5%		4,6811	
	Mediana		4,6429	
	Varianza		,391	
	Desv. típ.		,62520	
	Mínimo		3,93	
	Máximo		5,93	
	Rango		2,00	
	Amplitud intercuartil		1,07	
	Asimetría		,371	,550
	Curtosis		-1,187	1,063

Según los intervalos de confianza de la Tabla 7, podemos deducir que:

- El grupo Individual es estadísticamente significativo vs el grupo Colaborativo.
- El grupo de Control es estadísticamente significativo vs el grupo Colaborativo.

Dado que una de las muestras no cumple la condición de normalidad, no podemos realizar un contraste de hipótesis ANOVA, pero sí la prueba de Kruskal Wallis que es una prueba no paramétrica para muestras independientes.

Tabla 8. Tabla de rangos.

	Tipo experimento	N	Rango promedio
EMSI	Individual	62	60,10
	Colaborativo	28	35,91
	Control	17	61,56
	Total	107	

Tabla 9. Test de Kruskal Wallis.

	EMSI
Chi-cuadrado	12,937
gl	2
Sig. asintót.	,002

En la Tabla 8 podemos ver la diferencia entre el grupo Colaborativo y el resto de grupos. La Tabla 9 muestra un sig < 0.05 (celda en amarillo), por tanto rechazamos la hipótesis nula (no hay diferencias entre los tres grupos), es decir, existe como mínimo algún grupo que tiene diferencia con otro.

Una vez realizado el test Kruskal Wallis para todos los grupos, realizamos un análisis para contrastar cada tipo de experimento contra los demás para ver qué par de grupos es el que tiene diferencias.

Tabla 10. Tabla de rangos para GII y GIS

	Tipo experimento	N	Rango promedio
EMSI	Individual	62	51,98
	Colaborativo	28	31,16
	Total	90	

Tabla 11. Test de Kruskal Wallis.

	EMSI
Chi-cuadrado	12,268
Gl	1
Sig. asintót.	,000

Como se puede apreciar, hay una diferencia entre el grupo Colaborativo y Individual. Y según la Tabla 11, sig = 0.00 < 0.05 (celda en amarillo), por tanto se rechaza la hipótesis nula (no hay diferencias entre los grupos), es decir, los grupos Colaborativo e Individual son diferentes.

Tabla 12. Tabla de rangos.

	Tipo experimento	N	Rango promedio
EMSI	Colaborativo	28	19,25
	Control	17	29,18
	Total	45	

Tabla 13. Test de Kruskal Wallis

Estadísticos de contraste^{a,b}	
	EMSI
Chi-cuadrado	6,057
Gl	1
Sig. asintót.	,014

Existe una diferencia entre los grupos Colaborativo y Control según la Tabla 12. La Tabla 13 muestra un sig = 0.014 < 0.05 (celda en amarillo), por tanto se rechaza la hipótesis nula (no hay diferencias entre los grupos), es decir, los grupos Colaborativo y Control son diferentes.

Tabla 14. Tabla de rangos para GII y VICA.

	Tipo experimento	N	Rango promedio
EMSI	Individual	62	39,62
	Control	17	41,38
	Total	79	

Tabla 15. Test de Kruskal Wallis para GII y VICA

EMSI	
Chi-cuadrado	,079
Gl	1
Sig. asintót.	,779

Según la Tabla 14 no existe una gran diferencia entre los grupos de Control e individual. La Tabla 15 muestra un $\text{sig} = 0.779 > 0.05$ (celda en amarillo), por tanto no se rechaza la hipótesis nula, los grupos de Control (VICA) e Individual (GII) son iguales.

Interpretando todas las pruebas realizadas podemos concluir que los grupos de control e individual no presentan ninguna diferencia mientras el grupo colaborativo es diferente a estos dos grupos. Y según la Tabla 5 y la Tabla 7 podemos afirmar que los grupos de control e individual mejoran la motivación que el grupo Colaborativo.

5.2 Análisis de las Cuatro Dimensiones de la Motivación

Después de analizar la motivación en sus 4 dimensiones en general, ahora se analiza las motivaciones para cada una de las dimensiones:

- Motivación intrínseca (respuestas 1, 5,9,11)
- Regulación identificada (respuestas 2,6,12)
- Regulación externa (respuestas 3,7,13)
- Desmotivación (respuestas 4,8,10,14)

5.2.1 Dimensión Motivación Intrínseca

Como se puede observar en la Tabla 16, no existe normalidad en el experimento individual (celda en rojo), ya que $\text{sig} < 0,05$, por tanto no se puede hacer un contraste de hipótesis ANOVA sobre las medias.

Tabla 16. Test de normalidad de la dimensión motivación intrínseca.

	Tipo experimento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Motivación intrínseca	Individual	,135	62	,007	,964	62	,065
	Colaborativo	,088	28	,200*	,961	28	,374
	Control	,201	17	,066	,928	17	,200

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Como no hay normalidad en el grupo Individual, podemos comparar las muestras mediante una prueba no paramétrica como es el contraste por intervalo de confianza. En la Tabla 17 podemos observar los intervalos de confianza para la dimensión motivación intrínseca para los tres experimentos.

Tabla 17. Intervalos de confianza para dimensión motivación intrínseca.

		Descriptivos		Estadístico	Error típ.
Grupos	Colaborati vo	Media		3,4732	,16634
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,1319	
			Límite superior	3,8145	
		Media recortada al 5%		3,4702	
		Mediana		3,5000	
		Varianza		,775	
		Desv. típ.		,88018	
		Mínimo		2,00	
		Máximo		5,00	
		Rango		3,00	
		Amplitud intercuartil		1,19	
		Asimetría		-,118	,441
	Curtosis		-,725	,858	
	Control	Media		3,9853	,29895
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,3515	
			Límite superior	4,6190	
		Media recortada al 5%		3,9142	
		Mediana		3,7500	
		Varianza		1,519	
Desv. típ.			1,23260		
Mínimo			2,25		
Máximo			7,00		
Rango			4,75		
Amplitud intercuartil			1,50		
Asimetría			,973	,550	
Curtosis		,891	1,063		
Individual	Media		4,0806	,10248	
	Intervalo de confianza	Límite inferior	3,8757		

para la media al 95%	Límite superior	4,2856	
Media recortada al 5%		4,0806	
Mediana		4,1250	
Varianza		,651	
Desv. típ.		,80696	
Mínimo		2,50	
Máximo		6,00	
Rango		3,50	
Amplitud intercuartil		1,25	
Asimetría		,001	,304
Curtosis		-,862	,599

Interpretando los intervalos de confianza de la Tabla 17, podemos afirmar:

- El grupo Individual es estadísticamente significativo vs Colaborativo.

Dado la no normalidad de una de las muestras, no podemos realizar un contraste de hipótesis ANOVA, pero sí la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

Tabla 18. Tabla de rangos.

	Grupos	N	Rango promedio
Motivación Intrínseca	Individual	62	60,13
	Colaborativo	28	41,02
	Control	17	53,03
	Total	107	

Tabla 19. Test de Kruskal Wallis.

Motivación intrínseca	
Chi-cuadrado	7,395
Gl	2
Sig. asintót.	,025

Interpretando las tablas generadas por el SPSS tras realizar la prueba de Kruskal Wallis para los tres grupos, podemos afirmar que existe al menos algún grupo diferente a otro. Por eso optamos por realizar un test de Kruskal Wallis para cada par

de grupos para determinar cuales son los grupos diferentes.

Tabla 20. Tabla de rangos.

Grupos		N	Rango promedio
Intrínseca	Individual	62	50,61
	Colaborativo	28	34,18
Total		90	

Tabla 21. Test de Kruskal Wallis.

Motivación intrínseca	
Chi-cuadrado	7,697
gl	1
Sig. asintót.	,006

Se puede observar diferencias entre los grupos individual y colaborativo según la Tabla 20. La tabla 21 muestra un sig = 0.006 < 0.05 (celda en amarillo), entonces se rechaza la hipótesis nula (no hay diferencias entre los grupos), por tanto los grupos Colaborativo y Individual son diferentes.

Tabla 22. Tabla de rangos.

Grupos		N	Rango promedio
Intrínseca	Colaborativo	28	21,34
	Control	17	25,74
Total		45	

Tabla 23. Test de Kruskal Wallis.

Motivación intrínseca	
Chi-cuadrado	1,195
gl	1
Sig. asintót.	,274

Como se puede observar en la Tabla 23, no hay una gran diferencia entre el grupo Colaborativo y Control. La Tabla 23 también lo confirma dado que el sig = 0.274 > 0.05 (celda en amarillo), por tanto no se rechaza la hipótesis nula, los grupos Colaborativo y Control son iguales.

Tabla 24. Tabla de rangos

	Grupos	N	Rango promedio
Motivación	Individual	62	41,02
Intrínseca	Control	17	36,29
	Total	79	

Tabla 25. Test de Kruskal Wallis.

Motivación intrínseca	
Chi-cuadrado	,570
gl	1
Sig. asintót.	,450

La Tabla 15 muestra un sig = 0.450 > 0.05 (celda en amarillo), entonces no se rechaza la hipótesis nula, los grupos de Control (VICA) e Individual (GII) son iguales.

Podemos concluir mediante la prueba de Kruskal-wallis realizada sobre cada par de grupos que el grupo Colaborativo es diferente al individual y según la Tabla 17 podemos afirmar que el grupo que usó la herramienta GreedEx mejora la motivación intrínseca que el grupo que usó GreedExCol. Sin embargo la motivación intrínseca no difiere en los grupos Colaborativo y Control.

5.2.2 Dimensión Regulación Identificada

En la Tabla 26 podemos ver las medias correspondientes de cada grupo para la dimensión regulación identificada.

Tabla 26. Medias de la dimensión Identified_Regulation.

Tipo experimento	Media
Individual (GII)	4.7150538
Colaborativo (GIS)	4.0000000
Control (VICA)	5.0196078

Como se puede observar en la Tabla 27, las celdas resaltadas en amarillo muestran un sig > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula (las muestras son normales), lo siguiente que debemos averiguar ahora es la existencia de homogeneidad de varianzas para poder hacer un contraste de hipótesis ANOVA sobre las medias.

Tabla 27. Test de normalidad de la dimensión Identified_Regulation.

	Tipo experimento	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Regulación	Individual	,092	62	,200*	,971	62	,143

Identificada							
Colaborativo	,109	28	,200*	,977	28	,769	
Control	,140	17	,200*	,963	17	,679	

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Para la verificación de la homogeneidad de las varianzas se ha realizado el test de Levene.

Tabla 28. Test de Levene para homogeneidad de varianzas.

Regulación identificada			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,429	2	104	,244

La Tabla 28 muestra un sig = 0.244 > 0.05 (celda en amarillo), por tanto no se rechaza la hipótesis nula, es decir, existen homogeneidad de varianzas.

Una vez verificadas la normalidad y la homogeneidad de varianzas podemos realizar un contraste de ANOVA.

Tabla 29. Contraste de ANOVA de la dimensión regulación identificada

Regulación identificada					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	13,834	2	6,917	6,233	,003
Intra-grupos	115,404	104	1,110		
Total	129,238	106			

En la Tabla 29, podemos ver un sig = 0,03 < 0.05, rechazándose la hipótesis nula (H0 = las medias poblacionales son iguales), lo que implica que al menos dos tipos de experimentos son diferentes.

Se realiza el post-hoc Scheffé de cada tipo de experimento contra los demás con el objetivo de ver las diferencias entre las muestras.

Tabla 30. Post-hoc sobre ANOVA de la dimensión regulación identificada.

EMSI Scheffé			
Tipo experimento	Tipo experimento		
	Individual	Colaborativo	Control (VICA)
Individual (GII)		,014	,574
Colaborativo (GIS)	,014		,009
Control (VICA)	,574	,009	

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

En la Tabla 30, se puede observar que hay diferencias significativas entre el grupo Colaborativo ($\text{sig} < 0.05$) y los grupos de Control e Individual.

También se ha realizado la corrección de Bonferroni para evitar el error de múltiples contrastes simultáneos (corrección para múltiples comparaciones, donde el nuevo $p' = p/N$ tal que $N = \text{número de tests}$. En nuestro caso $N = 3$, entonces $p' = 0.017$), por tanto reinterpretando los valores de la Tabla 30, con el nuevo p' , los valores de sig (0.014 y 0.009) siguen siendo menores que p' (0.017).

Por tanto según lo anterior y los resultados mostrados en la Tabla 26, podemos afirmar que los dos grupos Control e individual mejoran la motivación en la dimensión regulación identificada que el grupo Colaborativo.

5.2.3 Dimensión Regulación Externa

Según la Tabla 31, no existe normalidad en el grupo Individual (celda en rojo), por tanto no se puede hacer un contraste de hipótesis ANOVA sobre las medias.

Tabla 31. Test de normalidad de la dimensión regulación externa.

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Tipo experimento		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Regulación externa	Individual	,151	62	,001	,964	62	,069
	2,00	,130	28	,200*	,965	28	,451
	Control	,175	17	,176	,931	17	,223

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Como no hay una normalidad en uno de los grupos experimentales, se ha optado por realizar la prueba no paramétrica del contraste por intervalos de confianza. En la Tabla 32 podemos observar los intervalos de confianza para la dimensión regulación externa para los tres experimentos.

Tabla 32. Intervalos de confianza para dimensión regulación externa.

Descriptivos				
Tipo experimento		Estadístico		Error típ.
Regulación externa	Individual	Media	3,9570	,09801
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,7610
			Límite superior	4,1530
		Media recortada al 5%		3,9767
		Mediana		4,0000
		Varianza		,596
		Desv. típ.		,77173
		Mínimo		2,00

	Máximo		5,67
	Rango		3,67
	Amplitud intercuartil		1,00
	Asimetría		-,403 ,304
	Curtosis		-,004 ,599
Colaborativo	Media		3,9167 ,10655
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,6980
		Límite superior	4,1353
	Media recortada al 5%		3,9259
	Mediana		4,0000
	Varianza		,318
	Desv. típ.		,56383
	Mínimo		2,67
	Máximo		5,00
	Rango		2,33
	Amplitud intercuartil		,92
	Asimetría		-,121 ,441
	Curtosis		-,384 ,858
Control	Media		3,9412 ,15975
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3,6025
		Límite superior	4,2798
	Media recortada al 5%		3,9161
	Mediana		4,0000
	Varianza		,434
	Desv. típ.		,65865
	Mínimo		3,00
	Máximo		5,33
	Rango		2,33
	Amplitud intercuartil		1,00
	Asimetría		,607 ,550
	Curtosis		-,347 1,063

Como se puede observar en los intervalos de confianza, los resultados de la motivación en la dimensión regulación externa, es bastante similar en los tres grupos.

Dado la no normalidad de una de las muestras, se opta por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

Tabla 33. Tabla de rangos.

Grupos	N	Rango
--------	---	-------

		Promedio	
Regulación Externa	Individual	62	55,52
	Colaborativo	28	52,02
	Control	17	51,71
	Total	107	

Tabla 34. Test de Kruskal Wallis.

Regulación externa	
Chi-cuadrado	,366
gl	2
Sig. asintót.	,833

Como se puede observar en la Tabla 33, no hay una gran diferencia entre las tres muestras. La Tabla 34 también lo confirma dado que el sig = 0.833 > 0.05 (celda en amarillo), por tanto no se rechaza la hipótesis nula, los grupos colaborativo, control e individual no muestran una diferencia estadísticamente significativa entre sí.

5.2.4 Dimensión Desmotivación (Amotivation)

Como se puede observar en la Tabla 35, los grupos Individual y Colaborativo no son normales (celdas en rojo), por tanto no se puede hacer un contraste de hipótesis ANOVA sobre las medias.

Tabla 35. Test de normalidad de la dimensión desmotivación.

Tipo experimento	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Desmotivacion	Individual	,153	62	,001	,916	62	,000
	Colaborativo	,168	28	,043	,920	28	,035
	Control	,145	17	,200*	,963	17	,693

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Como no hay una normalidad en dos de los grupos experimentales, se ha optado por la prueba no paramétrica del contraste por intervalo de confianza. En la Tabla 36 podemos observar los intervalos de confianza para la dimensión desmotivación para los tres experimentos.

Tabla 36. Intervalos de confianza para dimensión desmotivación.

Tipo experimento	Descriptivos	
	Estadístico	Error típ.

Desmotivación	Individual	Media		5,7097	,13943
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5,4309	
			Límite superior	5,9885	
		Media recortada al 5%		5,7787	
		Mediana		6,0000	
		Varianza		1,205	
		Desv. típ.		1,09787	
		Mínimo		2,75	
		Máximo		7,00	
		Rango		4,25	
		Amplitud intercuartil		1,50	
		Asimetría		-,795	,304
		Curtosis		-,112	,599
	Colaborativo	Media		4,7768	,27288
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,2169	
			Límite superior	5,3367	
		Media recortada al 5%		4,8571	
		Mediana		4,6250	
		Varianza		2,085	
		Desv. típ.		1,44392	
		Mínimo		1,00	
		Máximo		6,75	
		Rango		5,75	
		Amplitud intercuartil		2,19	
		Asimetría		-,538	,441
		Curtosis		,294	,858
	Control	Media		5,7647	,19350
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5,3545	
			Límite superior	6,1749	
		Media recortada al 5%		5,7941	
		Mediana		6,0000	
		Varianza		,636	
		Desv. típ.		,79780	
		Mínimo		4,00	
		Máximo		7,00	
		Rango		3,00	
		Amplitud intercuartil		1,00	
		Asimetría		-,322	,550

Curtosis

,160

1,063

Según los intervalos de confianza:

- El grupo Control es estadísticamente significativo vs el grupo Colaborativo
- El grupo Individual es estadísticamente significativo vs el grupo Colaborativo.

Tabla 37. Tabla de rangos.

	Grupos	N	Rango promedio
Desmotivación	Individual	62	59,61
	Colaborativo	28	39,04
	Control	17	58,18
	Total	107	

Tabla 38. Test de Kruskal Wallis.

Desmotivación	
Chi-cuadrado	8,921
gl	2
Sig. asintót.	,012

Según la Tabla 37, puede observarse una diferencia entre el grupo Colaborativo y el resto de grupos. La Tabla 38 muestra un sig < 0.05 (celda en amarillo), por tanto rechazamos la hipótesis nula (no hay diferencias entre los tres grupos), es decir, existe como mínimo algún grupo que tiene diferencia con otro.

Una vez realizado el test Kruskal Wallis para todos los grupos, realizamos un análisis para contrastar cada tipo de experimento contra los demás para ver qué par de experimentos tiene diferencias.

Tabla 39. Tabla de rangos.

	Grupos	N	Rango promedio
Desmotivación	Individual	62	50,72
	Colaborativo	28	33,95
	Total	90	

Tabla 40. Test de Kruskal Wallis.

Desmotivación	
Chi-cuadrado	8,017

gl	1
Sig. asintót.	,005

Como puede observarse en la Tabla 39, existe una diferencia entre el grupo Individual y Colaborativo. La Tabla 40 muestra un $\text{sig} = 0.005 < 0.05$ (celda en amarillo), entonces se rechaza la hipótesis nula (no hay diferencias entre los grupos), por tanto los grupos Colaborativo y Individual son diferentes.

Tabla 41. Tabla de rangos.

	Grupos	N	Rango
			promedio
Desmotivación	Colaborativo	28	19,59
	Control	17	28,62
	Total	45	

Tabla 42. Test de Kruskal Wallis.

Desmotivación	
Chi-cuadrado	5,037
gl	1
Sig. asintót.	,025

Tal y como se muestra en la Tabla 41, existe una diferencia entre el grupo Control y Colaborativo. La Tabla 42 muestra un $\text{sig} = 0.025 < 0.05$ (celda en amarillo), entonces se rechaza la hipótesis nula (no hay diferencias entre los grupos), por tanto los grupos Colaborativo y Control son diferentes.

Tabla 43. Tabla de rangos.

	Grupos	N	Rango
			promedio
Desmotivación	Individual	62	40,40
	Control	17	38,56
	Total	79	

Tabla 44. Test de Kruskal Wallis.

Desmotivación	
Chi-cuadrado	,086
gl	1
Sig. asintót.	,769

Como puede observarse en la Tabla 43, no hay una gran diferencia entre el grupo Control y individual. La Tabla 15 también lo confirma dado que el $\text{sig} = 0.769 > 0.05$ (celda en amarillo), por tanto no se rechaza la hipótesis nula, los grupos Control e Individual no son estadísticamente diferentes.

Según las pruebas de Kruskal-Wallis realizadas podemos afirmar que los grupos de control e individual están menos desmotivados que el grupo Colaborativo.

6 Conclusiones

Hemos presentado de forma detallada una evaluación de motivación en diferentes paradigmas de aprendizaje realizada en Marzo 2012, habiéndose obtenido los siguientes resultados:

Con respecto a los resultados numéricos de la evaluación de motivación:

- Los resultados de motivación han sido altos para los grupos de control e individual, y buenos para el grupo colaborativo.

Con respecto al análisis de la motivación:

- La motivación global se mejora en clases que usaron GreedEx o clases magistrales.
- Para las cuatro dimensiones:
 - Dimensión motivación Intrínseca: la motivación se mejora en los grupos que usaron GreedEx. Además no hubo diferencias entre los grupos Colaborativo y Control en esta dimensión.
 - Dimensión regulación identificada: la motivación en esta dimensión se mejora en los grupos que usaron GreedEx o clases magistrales.
 - Dimensión regulación externa: no hay diferencias entre los tres grupos analizados.
 - Dimensión de desmotivación: los grupos que usaron GreedEx y los que recibieron clases magistrales fueron menos desmotivados.

Se debe indicar que el decremento en la motivación en el grupo experimental que usó la herramienta GreedExCol fue por el motivo de la lentitud de la herramienta dado que fue la principal crítica verbal de los alumnos el día de la práctica. Cabe mencionar que se desarrollo una nueva versión donde solucionamos este problema mediante las mejoras de las consultas SQL a la base de datos y la estructura de las tablas, además de incluir nuevas mejoras a la herramienta.

Agradecimientos. Este trabajo se ha financiado con el proyecto TIN2011-29542-C02-01 del Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias

1. Bloom, B., Furst, E., Hill, W., Krathwohl, D. R.: *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I, The Cognitive Domain*. Addison-Wesley (1956)
2. Velázquez Iturbide, J. Á., Debdí, O., Esteban Sánchez, N., Pizarro, C.: GreedEx: A visualization tool for experimentation and discovery learning of greedy algorithms. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(2):130-143, Abril-Junio 2013
3. Velázquez Iturbide, J. Á., Pérez Carrasco, A.: Active learning of greedy algorithms by means of interactive experimentation. En: *Proceedings of the 14th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education – ITiCSE 2009*, ACM Press (2009) 119-123
4. J Velázquez Iturbide, J. Á.: Refinement of an experimental approach to computer-based, active learning of greedy algorithms. En: *Proceedings of the 17th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education – ITiCSE 2012*, ACM Press (2012) 46-51
5. Debdí, O., Paredes Velasco, M., Velázquez Iturbide, J. Á.: Una evaluación de usabilidad de GreedExCol. *Serie de Informes Técnicos DLSI1-URJC*, 2012-05 (2012). Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos I, Universidad Rey Juan Carlos
6. Martín-Albo, J., Núñez, J.L., & Navarro, J.G.: Validation of the Spanish Version of the Situational Motivation Scale (EMSI) in the Educational Context. *The Spanish Journal of Psychology*, 12, 2, 799-807. (2009)

Apéndice A: Cuestionario de Motivación

Cuestionario de motivación sobre la actividad realizada

Este cuestionario es para evaluar el grado en que te ha motivado la actividad o tarea que has hecho en clase usando la herramienta GreedEx. La nota NO depende en ningún caso de tus respuestas en este cuestionario. Este cuestionario se trata de forma totalmente anónima. El cuestionario consiste en contestar a la pregunta: ¿Por qué crees que debías realizar la actividad de usar GreedEx para estudiar los algoritmos voraces?

Te proporcionamos 14 afirmaciones como respuesta a esta pregunta y tú debes valorar el grado en el que estás de acuerdo con cada una de ellas con la escala que va del 1 al 7:

1 (no se corresponde en absoluto con lo que pienso)

...

4 (se corresponde al 50% con lo que pienso)

...

7 (se corresponde exactamente con lo que pienso)

Por favor, es imprescindible que contestes a todas la afirmaciones y sé sincero/a en tus valoraciones, de lo contrario este cuestionario no serviría para nada. Gracias por tu colaboración.

¿Por qué crees que debías realizar la actividad de usar GreedEx para estudiar los algoritmos voraces? ____

1. Porque creo que esta actividad es interesante ____
2. Por mi propio bien ____
3. Porque se supone que debo hacerlo ____
4. Puede que haya buenas razones para realizar esta actividad, pero yo no veo ninguna ____
5. Porque disfruto con esta actividad ____
6. Porque creo que esta actividad es buena para mí ____
7. Porque es algo que tengo que hacer ____
8. Realizo esta actividad, pero no estoy seguro de si vale la pena ____
9. Porque esta actividad es divertida ____
10. No lo sé, no veo qué me aporta esta actividad ____
11. Porque me siento bien realizando esta actividad ____

12. Porque creo que esta actividad es importante para mí ____
13. Porque creo que tengo que hacerlo ____
14. Hago esta actividad, pero no estoy seguro de que sea conveniente continuar con ella ____

