

Una experiencia de aplicación de los SIG a la enseñanza de control de plagas en ciclos formativos

An experience of applying GIS for teaching pest monitoring in vocational training education

María Silvia Calvo Iglesias

Dr. Europea en Ingeniería de Montes
Docente de Educación Secundaria en la especialidad de Procesos de Producción Agraria,
Consellería de Educación (Xunta de Galicia)
Investigadora colaboradora del grupo Avaluación Ambiental Estratégica
Universidad de Vigo
silvia.calvo@uvigo.es

Ramón Alberto Díaz Varela

Dr. Europeo en Ingeniería de Montes
Investigador y docente del Departamento de Botánica
Universidad de Santiago de Compostela
ramon.diaz@usc.es

RESUMEN.

En esta investigación se presenta una experiencia de aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica a los módulos relacionados con el control de plagas en dos ciclos formativos de la familia agraria. Los objetivos de este estudio han sido examinar el efecto del uso de los SIG en el proceso de aprendizaje así como analizar las posibles limitaciones de los resultados. Se ha empleado una metodología cualitativa basada en el uso de cuestionarios sobre inteligencias múltiples, destrezas espaciales y seguimiento del tema aplicados a grupos control (explicación sin herramientas SIG) y tratamiento (explicación con herramientas SIG). Se ha constatado un impacto positivo de los SIG en el aprendizaje significativo, ya que en términos generales los grupos tratamiento han acertado más frecuentemente las cuestiones de interpretación espacial planteadas. Su carácter motivador es manifiesto ya que la mayoría de alumnado ha solicitado realizar prácticas con herramientas SIG y han sido capaces de identificar otros módulos en los cuales sería de interés trabajar con estas herramientas. Algunas de las variables que han condicionado la interpretación de los resultados son la duración de la experiencia, el número de cuestiones planteadas y grado de dificultad de las mismas, así como que el tema planteado no se centraba exclusivamente en aspectos de carácter espacial.

PALABRAS CLAVE.

Sistemas de Información Geográfica, Control de Plagas, Ciclos formativos, aprendizaje significativo, estrategias motivadoras

ABSTRACT.

In this research, we present an experiment applying Geographic Information Systems tools (GIS) in pest management training of the Agrarian vocational training diplomas. The goals of the study were examining the effect of GIS use on the learning process as well as





analyzing limitations of results. We used a qualitative methodology based on questionnaires on multiple intelligences, spatial skills and following up on the topic applied to control groups (explanation without GIS tools) and treatment groups (explanation with GIS tools). We observed a positive impact of GIS on learning process, as in general, treatment groups scored higher in the spatial questions proposed. A motivational effect was also observed, as most students asked for practical training with GIS tools and students were able to identify other subjects in which it would be useful working with these tools. Some variables may have influenced the interpretation of results, such as the duration of the experience, the number and complexity of the questions formulated, and that the focus of the topic was not on geospatial issues.

KEY WORDS.

Geographical Information Systems, Pest management, Vocational Training, meaningful learning, motivational strategies.

1. Introducción.

En los últimos años, la comunidad científica y educativa han señalado la influencia positiva de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) como elemento motivador en el aula (Heafner, 2004; Zapettini, 2007; Rodríguez Cobos, 2009; Chen, 2010). Así, la tecnología puede desempeñar un papel crucial en la renovación del modelo educativo, favoreciendo el desarrollo de competencias relacionadas con la forma de pensar, tales como la creatividad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas o la toma de decisiones, y de competencias relacionadas con la forma de trabajar como es el caso de la alfabetización digital y uso de herramientas TIC (Zapettini, 2007).

El caso particular de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como TIC dirigidas a la manipulación de información con carácter espacial, presenta un gran potencial de incorporación a diversos contextos educativos (Boix y Olivella, 2007). Según Zapettini (2006), la utilización de SIG en el aula puede ser una ventaja, puesto que entre otros, permite emplear una metodología investigadora, incentiva la denominada inteligencia espacial, potencia el aprendizaje significativo a partir de la construcción de información georreferenciada, su uso conlleva el trabajo conjunto de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y fomenta el espíritu crítico.

El interés en el uso de SIG se ve favorecido por el hecho de que la mayoría de fenómenos de nuestra realidad cotidiana presentan una componente espacial, así como por un contexto actual caracterizado por el incremento exponencial en la disponibilidad de datos espaciales, el importante desarrollo de software para su manejo y tratamiento, y la expansión del uso de estas herramientas en el ámbito laboral.

Conceptualmente, los SIG se suelen definir en base a sus características y funciones comunes, como son la captura y almacenamiento de datos, el análisis y gestión de bases de datos geográficas mediante operaciones de consulta y superposición, así como por su capacidad de dar salida a la información generada en diferentes soportes y formatos (Aronoff, 1991; Bosque Sendra, 2000). Bajo este concepto se integra tanto a los conocidos como “clientes pesados” (i.e. de Sistemas de Información Geográfica o SIG como



programas de software en una computadora) como a los “clientes ligeros” (e.g. visores geográficos en portales web, o SIG distribuidos).

Un ejemplo de implementación de los SIG en las aulas de secundaria de Finlandia es el descrito en el trabajo de Riihelä y Mäki (2014), sobre una herramienta online SIG denominada PaikkaOppi cuyo objetivo es promover el estudio de SIG y las habilidades de pensamiento espacial, y así generar nuevas oportunidades de utilización de la información geográfica en contextos locales y en proyectos colaborativos.

En este trabajo se ha abordado estudio de la influencia de los SIG en el aprendizaje, por su posible efecto motivador y/o por la mejora de comprensión de fenómenos de carácter espacial, habida cuenta de que nuestra realidad cotidiana está profundamente ligada a éstos. De forma general se existe un consenso general sobre los efectos beneficiosos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como caso particular de tecnología aplicada a la educación, pero existen pocos estudios que realmente aborden de forma explícita el impacto de estas tecnologías en el aprendizaje.

Por ejemplo, Thankachan y Franklin (2013) mostraron en su estudio que la enseñanza mediante el uso del visor cartográfico Google Earth mejoraba los resultados de evaluación respecto al uso de mapas tradicionales. No obstante, los autores detectaron limitaciones a la hora de realizar inferencias al poder influir en los resultados el estilo de enseñanza del docente así como el estilo de aprendizaje del alumno.

Liu, Bui, Chang y Lossman (2010) realizaron una experiencia de aplicación de la metodología de aprendizaje basada en problemas con SIG en la enseñanza de geografía, obteniendo por resultados que los alumnos del grupo experimental que usaron SIG demostraron un mayor nivel de destrezas del tipo analíticas y de evaluación de problemas respecto al grupo control. El experimento tuvo varios condicionantes, entre ellos, la selección de alumnado participante, por lo que los autores reconocen la existencia de sesgo en los resultados y proponen la realización de futuros estudios con un mayor número de alumnos, y con alumnado de distinta formación.

Calvo y Díaz (2015) realizaron una experiencia de integración progresiva de herramientas SIG en varios módulos del Ciclo Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural. Los resultados de la evaluación de las actividades realizadas y la valoración proporcionada por el grupo de alumnado en los cuestionarios, mostraron que el profesorado y alumnado identificaban un efecto positivo en el aprendizaje relacionado con el uso de SIG. No obstante, los propios autores señalaron el carácter exploratorio y las limitaciones de extrapolación del estudio al haber trabajado con un grupo de sólo nueve alumnos, no siendo objeto del mismo la cuantificación del impacto en el aprendizaje.

En este estudio se presenta una experiencia de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a los módulos relacionados con el control de plagas en dos ciclos formativos de la familia agraria. Los objetivos de este estudio han sido examinar el efecto del uso de los SIG en el aprendizaje así como analizar las posibles limitaciones de los resultados.

2. Material y métodos.

La muestra empleada fue integrada por 33 alumnos de un IES de la provincia de A Coruña. Los participantes, en el marco de su formación (Ciclo Medio en Aprovechamientos y





Conservación del Medio Natural y Ciclo Superior en Gestión Forestal y del Medio Natural) reciben formación, entre otras temáticas, sobre plagas y enfermedades de cultivos y especies forestales y métodos para su prevención y tratamiento.

En esta experiencia, se ha propuesto el desarrollo de un tema relacionado con esta formación, como es la biología y métodos de prevención y control del nematodo del pino. Este tema, si bien no se centra en contenidos específicamente geográficos, sí incluye la consideración de algunos aspectos espaciales en cuanto al modo de dispersión del patógeno (en función de la distancia de vuelo del insecto que lo transporta) y en su prevención y control (puesto que se establecen zonas de influencia medidas a partir de una cierta distancia, para las que se define un protocolo de actuación al tratarse de una plaga de cuarentena).

En el diseño del experimento se han tenido en cuenta experiencias previas (Lee y Bednarz, 2009; Liu, Bui, Chang y Lossman, 2010; Thankachan y Franklin, 2013) en las que se identifican posibles limitaciones del alcance de los resultados relacionadas con la disponibilidad de datos, el propio diseño del experimento y otras variables condicionantes tales como el estilo de enseñanza del profesorado, el modo de aprendizaje de los estudiantes o su nivel de conocimientos previos en términos de destrezas espaciales. Para limitar el efecto del estilo de enseñanza del docente, toda la experiencia tanto en el grupo control como en el grupo tratamiento de cada una de las aulas, ha sido realizada por el mismo docente.

Con objeto de obtener una caracterización del modo de aprendizaje del alumnado, se les ha planteado en una sesión previa al experimento, la realización de un auto-inventario de inteligencias múltiples en términos de habilidades de aprendizaje según el modelo propuesto por (McKenzie, 2005) a partir de la teoría de inteligencias múltiples de Gardner (2000). Este inventario incluye un apartado sobre inteligencia visual-espacial (bloque 9) en el que se recoge entre otros la opinión sobre la capacidad para interpretar mapas. De forma adicional, se han diseñado tres cuestiones que incluyen aspectos específicos relacionados con destrezas espaciales tales como localización, orientación, conexión entre fenómenos, existencia de patrones espaciales y de analogías (Lee y Bednarz, 2009; Cheung, Pang, Lin y Lee, 2011; Thankachan y Franklin, 2013).

Durante la sesión de desarrollo del tema, el alumnado ha contestado también a un cuestionario inicial sobre su conocimiento previo sobre la temática planteada y tras la explicación a otro cuestionario con cuatro preguntas sobre aspectos conceptuales básicos tratados y dos preguntas relacionadas con aspectos espaciales mencionadas en la presentación. Al cierre de la sesión, se les ha preguntado sobre sus conocimientos previos en Sistemas de Información Geográfica y si les resultaría de interés realizar prácticas con SIG.

En la siguiente figura se esquematiza el flujo de trabajo realizado.



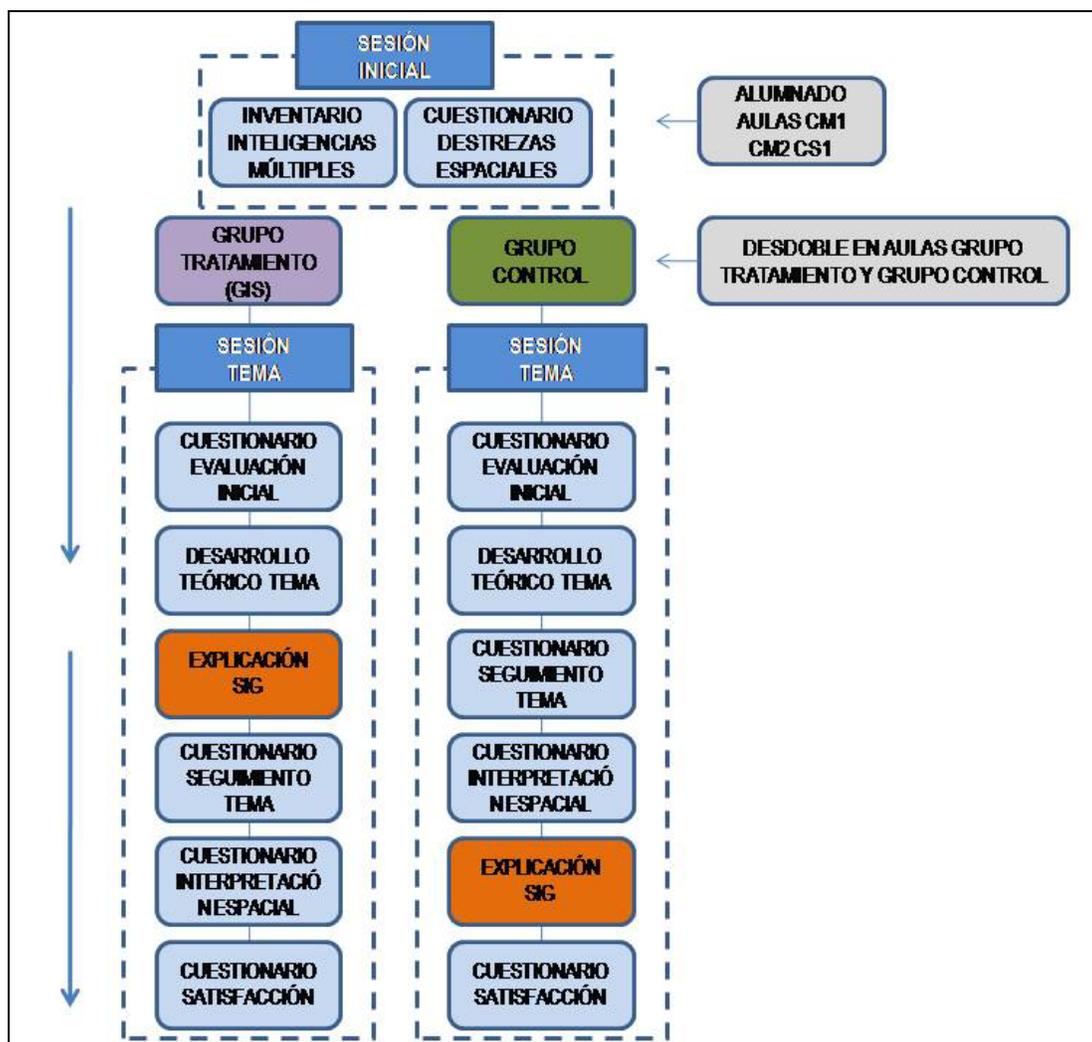


Figura nº 1. Flujo de trabajo realizado.

Durante la sesión inicial se evaluaron los conocimientos previos en destrezas espaciales y el auto-inventario de inteligencias múltiples. Posteriormente se realizó la selección de alumnado para los grupos control y tratamiento de forma aleatoria, para así desdoblarse cada aula en grupo control y tratamiento (GIS). El tratamiento consistió en explicar el tema integrando técnicas y manejo de SIG al denominado “grupo GIS”, frente al grupo control en el que se realizó la explicación teórica y solamente se integró el SIG al finalizar la sesión, después de haber respondido a los cuestionarios de interpretación espacial.



3. Resultados.

Resultado del inventario de inteligencias múltiples.

En la siguiente tabla (tabla nº1) se muestran los resultados sobre el auto-inventario de las nueve inteligencias múltiples propuestas por Gardner (2000) en términos de habilidades de aprendizaje (McKenzie, 2005).

Cada bloque correspondiente a uno de los nueve tipos de inteligencia presenta un total de diez preguntas a las que el alumno debe contestar “sí”, cuando está de acuerdo con la afirmación y “no” en caso contrario. El mínimo de puntuación es 0 y el máximo 10 para cada uno de los bloques. En términos generales, se observa que en el alumnado de primero de ciclo medio, su punto fuerte son las inteligencias naturalista y cinestésico-corporal, con un valor de mediana igual a 9, mientras que su punto débil está en la inteligencia verbal-lingüística con un valor de mediana igual a 4. La puntuación alcanzada en la inteligencia lógico-matemática tiene un valor de mediana igual a 8, e igual a 7 en la inteligencia visual-espacial. En cuanto a valores extremos, el mínimo de 0 se ha obtenido en registros de la inteligencia verbal-lingüística y el máximo de 10 en la inteligencia naturalista, cinestésico-corporal y visual-espacial.

En el alumnado de segundo de ciclo medio se repite esta tendencia, si bien el valor de mediana es inferior (mediana de 8 en inteligencias naturalista y cinestésico-corporal y de 3 en la verbal lingüística). En este caso, el valor de la mediana para la inteligencia lógico-matemática es 6, mientras que la visual-espacial obtiene un valor de mediana de 7,5. El valor mínimo de uno se obtiene en la inteligencia verbal-lingüística y el máximo de 10 en la naturalista, existencial y visual-espacial. La inteligencia cinestésico-corporal alcanza un valor máximo de 9.

El alumnado de primero de ciclo superior presenta también estos mismos valores en las inteligencias naturalista y cinestésico corporal, si bien presenta su valor más elevado en la inteligencia intrapersonal con un valor de mediana de 9. También es la inteligencia verbal-lingüística la que obtiene un menor valor (en este caso la mediana es igual a 4) y la inteligencia visual-espacial tiene un valor inferior de mediana igual a 6. El valor mínimo de puntuación de cero tiene lugar en la inteligencia verbal-lingüística, mientras que el valor máximo de puntuación (10) se obtiene en las inteligencias naturalista, existencial, interpersonal y verbal-lingüística. La inteligencia lógico-matemática alcanza un valor de mediana igual a 7.





Grupos de alumnado	Preguntas	Mínimo	1 Cuartil	Mediana	Media	3 Cuartil	Máximo
Primero Ciclo Medio (1CM)	Bloque 1	5,0	7,0	9,0	8,5	10,0	10,0
	Bloque 2	3,0	6,5	7,0	7,0	8,0	9,0
	Bloque 3	4,0	6,0	8,0	6,9	8,0	9,0
	Bloque 4	1,0	4,0	6,0	5,6	7,0	8,0
	Bloque 5	4,0	6,0	7,0	6,7	8,0	8,0
	Bloque 6	8,0	8,5	9,0	8,9	9,0	10,0
	Bloque 7	0,0	2,5	4,0	3,3	4,0	7,0
	Bloque 8	3,0	6,0	7,0	6,9	8,0	9,0
	Bloque 9	2,0	5,5	7,0	6,5	7,5	10,0
Segundo Ciclo Medio (2CM)	Bloque 1	6,0	7,0	8,0	8,0	9,0	10,0
	Bloque 2	4,0	5,8	7,5	6,9	8,0	9,0
	Bloque 3	6,0	6,0	6,0	6,6	7,0	9,0
	Bloque 4	3,0	4,0	4,5	5,6	7,3	10,0
	Bloque 5	5,0	6,0	6,5	7,0	8,3	9,0
	Bloque 6	6,0	8,0	8,0	8,1	9,0	9,0
	Bloque 7	1,0	2,0	3,0	3,9	5,0	8,0
	Bloque 8	5,0	6,0	7,5	7,1	8,0	9,0
	Bloque 9	3,0	5,0	7,5	6,9	8,3	10,0
Primero Ciclo Superior (1CS)	Bloque 1	6,0	7,0	8,0	8,2	9,0	10,0
	Bloque 2	4,0	6,0	7,0	6,7	8,0	9,0
	Bloque 3	5,0	6,0	7,0	6,9	8,0	8,0
	Bloque 4	7,0	8,0	8,0	8,1	8,0	10,0
	Bloque 5	3,0	6,0	7,0	7,3	8,0	10,0
	Bloque 6	7,0	8,0	8,0	8,1	8,0	10,0
	Bloque 7	0,0	3,0	4,0	4,3	5,0	9,0
	Bloque 8	5,0	7,0	9,0	7,8	9,0	9,0
	Bloque 9	3,0	5,0	6,0	6,5	8,0	10,0

Tabla nº1. Resumen de estadísticos descriptivos del inventario de inteligencias múltiples en los grupos que participaron en la experiencia.

Nota: Correspondencia de bloques: Bloque 1= inteligencia naturalista; bloque 2= inteligencia musical; bloque 3= inteligencia lógico-matemática; bloque 4=inteligencia existencial; bloque 5=inteligencia interpersonal; bloque6= inteligencia cinestésica-corporal; bloque 7= inteligencia verbal-lingüística; bloque 8=inteligencia intrapersonal; bloque 9= inteligencia visual-espacial.



Los gráficos de la figura nº2 permiten identificar las diferencias entre grupos en algunos de los bloques de preguntas del inventario de inteligencias múltiples, si bien en otros existe un claro solape entre sus distribuciones, indicando en este caso ausencia de diferencias. En los bloques inteligencia naturalista, lógico-matemática y cinestésica corporal, existe una diferencia significativa y valores superiores en el grupo de primero de ciclo medio (1CM) frente a los otros grupos.

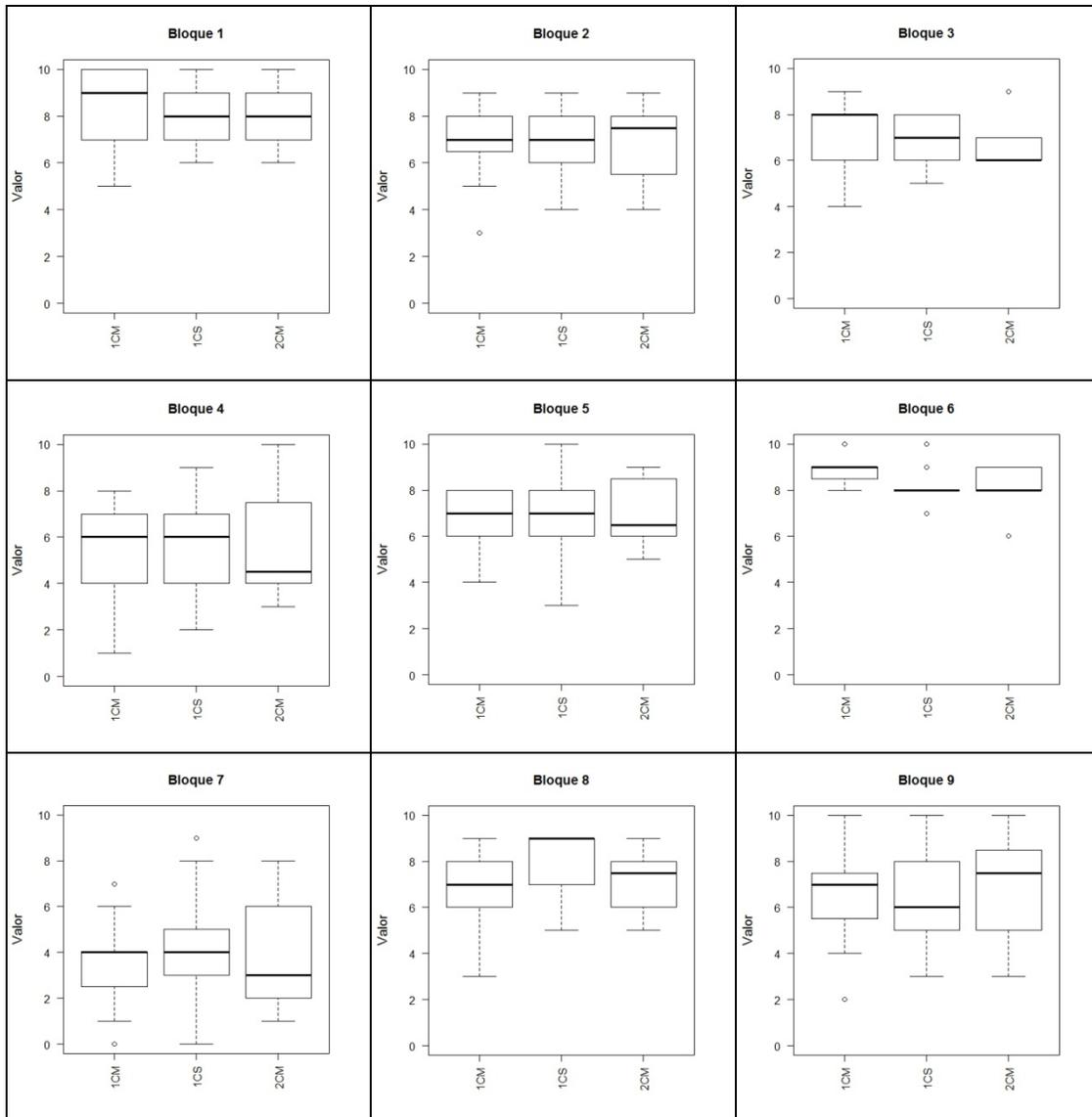


Figura nº2 Gráficos de caja y bigotes de las variables observadas en cada grupo.

Nota: Correspondencia de bloques: Bloque 1= inteligencia naturalista; bloque 2= inteligencia musical; bloque 3= inteligencia lógico-matemática; bloque 4=inteligencia existencial; bloque 5=inteligencia interpersonal; bloque 6= inteligencia cinestésica-corporal; bloque 7= inteligencia verbal-lingüística; bloque 8=inteligencia intrapersonal; bloque 9= inteligencia visual-espacial.

En la inteligencia verbal-lingüística y especialmente en la intrapersonal, se observa una mayor puntuación en el ciclo superior frente al ciclo medio. Igualmente, se observa que el grupo de primero de ciclo superior ha obtenido menores puntuaciones en la inteligencia visual-espacial respecto a los grupos de ciclo medio. En el caso concreto de los alumnos de primero de ciclo medio, el cuestionario preliminar de inteligencias múltiples presenta diferencias notables (figura nº3).

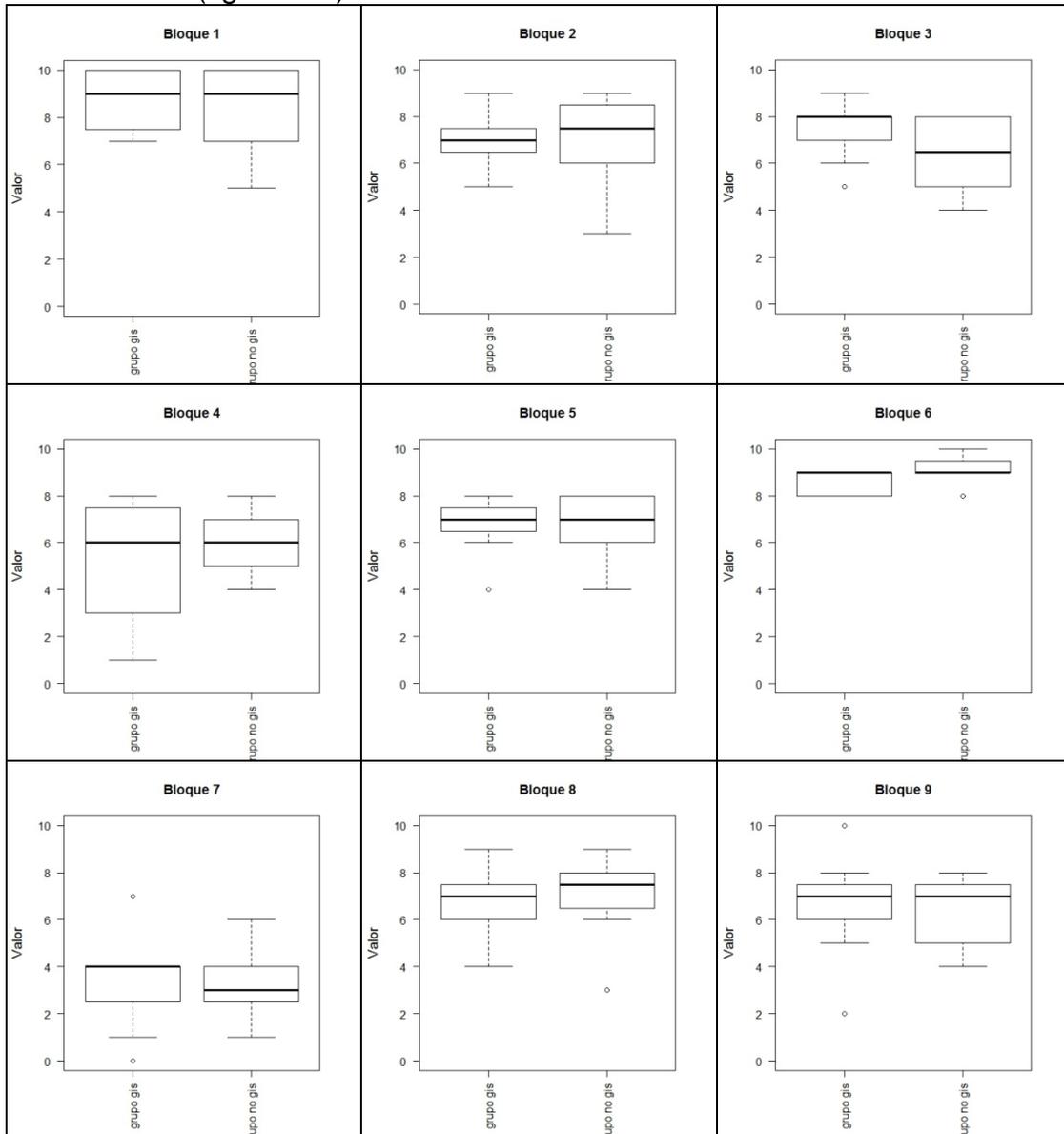


Figura nº3. Gráficos de caja y bigotes de las variables observadas para el test de inteligencias múltiples en el aula de primero de ciclo medio en los grupos GIS y control

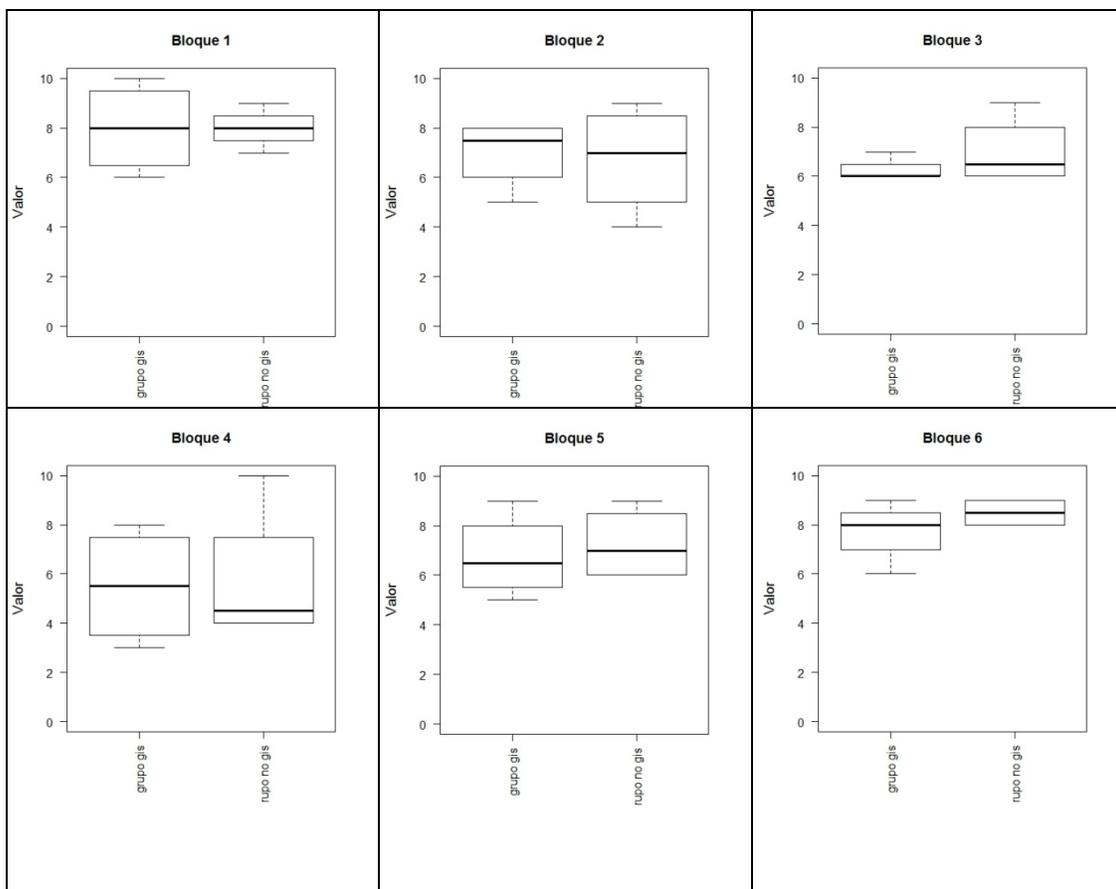
Nota: Correspondencia de bloques: Bloque 1= inteligencia naturalista; bloque 2= inteligencia musical; bloque 3= inteligencia lógico-matemática; bloque 4= inteligencia existencial; bloque 5= inteligencia interpersonal; bloque 6= inteligencia cinestésica-corporal; bloque 7= inteligencia verbal-lingüística; bloque 8= inteligencia intrapersonal; bloque 9= inteligencia visual-espacial.



Se aprecia un resultado más elevado en la inteligencia lógico-matemática para el grupo GIS frente al de control y resultados opuestos en el caso de la inteligencia cinestésica-corporal. El resto de bloques han presentado en general resultados semejantes para los grupos GIS y control, con apreciables superposiciones de los rangos inter-cuartílicos y medianas semejantes.

La inteligencia visual-espacial presenta un valor de mediana semejante pero la distribución de valores en cada grupo es diferente, destacando la presencia de valores por encima y por debajo de los valores más frecuentes en la distribución en el caso del grupo GIS.

En el resultado del inventario de inteligencias múltiples en el alumnado de segundo de ciclo medio (figura nº4) se observan también dos tendencias. Por una parte, se observan inteligencias con valores de medianas similares en los grupos GIS y control, si bien el rango de las distribuciones difiere entre ambos, tal es el caso de la inteligencia existencial, interpersonal, cinestésico-corporal y visual-espacial. Por otra parte se observa que en la inteligencia lógico-matemática, verbal-lingüística, intrapersonal y musical existen diferencias notables en los valores de medianas de los grupos GIS y control.



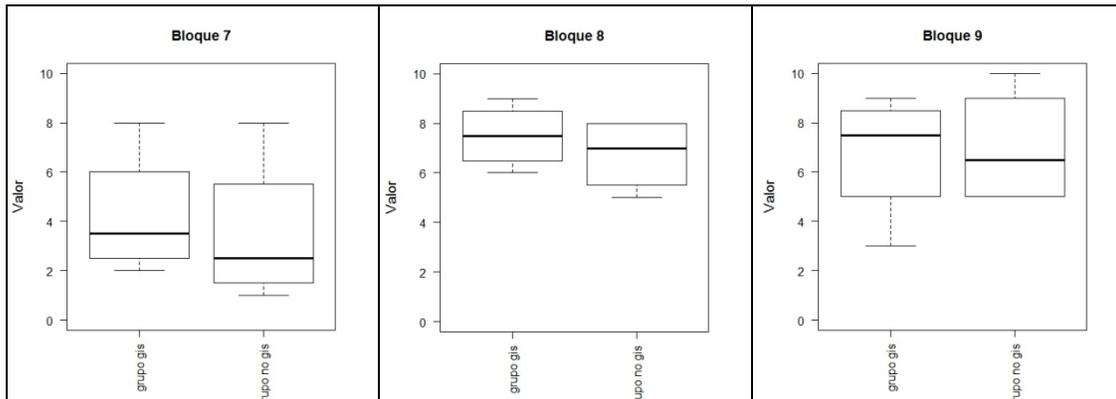
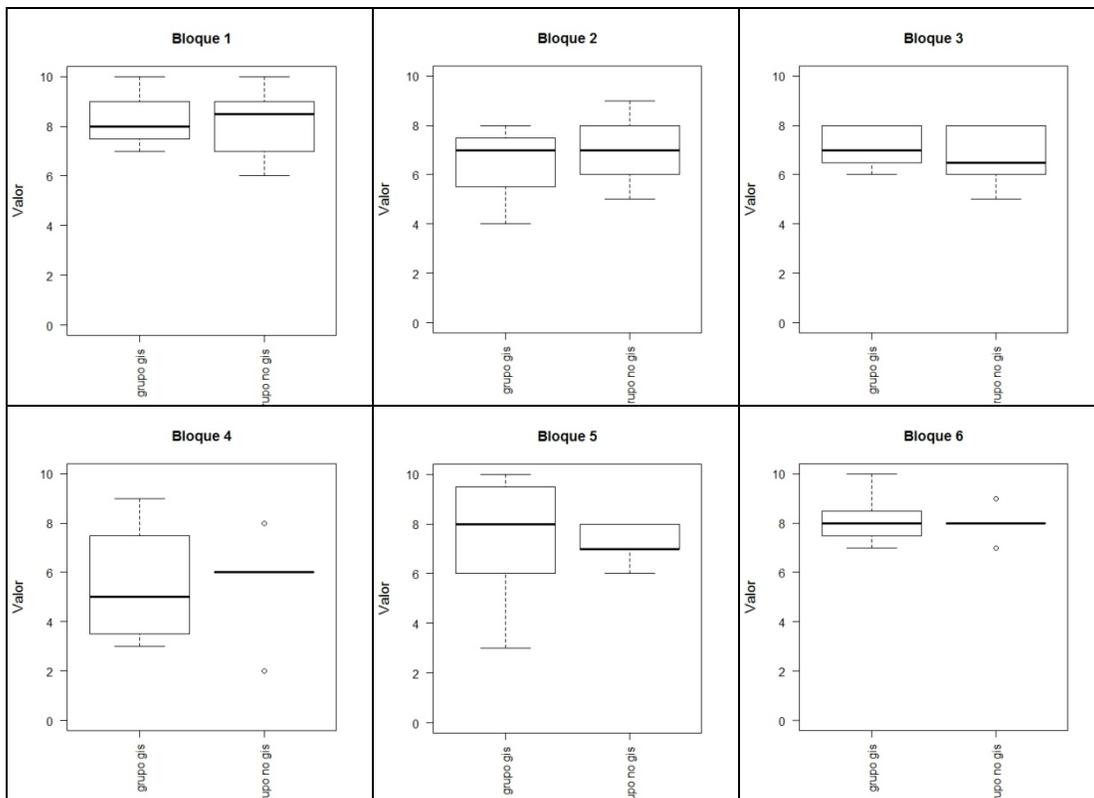


Figura nº4. Gráficos de caja y bigotes de las variables observadas para el test de inteligencias múltiples en el aula de segundo de ciclo medio en los grupos GIS y control.

Nota: Correspondencia de bloques: Bloque 1= inteligencia naturalista; bloque 2= inteligencia musical; bloque 3= inteligencia lógico-matemática; bloque 4=inteligencia existencial; bloque 5=inteligencia interpersonal; bloque6= inteligencia cinestésica-corporal; bloque 7= inteligencia verbal-lingüística; bloque 8=inteligencia intrapersonal; bloque 9= inteligencia visual-espacial.

En el alumnado de primero de ciclo superior (figura nº5) se observa una mayor tendencia a la desigualdad de los valores de mediana y los rangos de distribuciones en los grupos GIS y control.



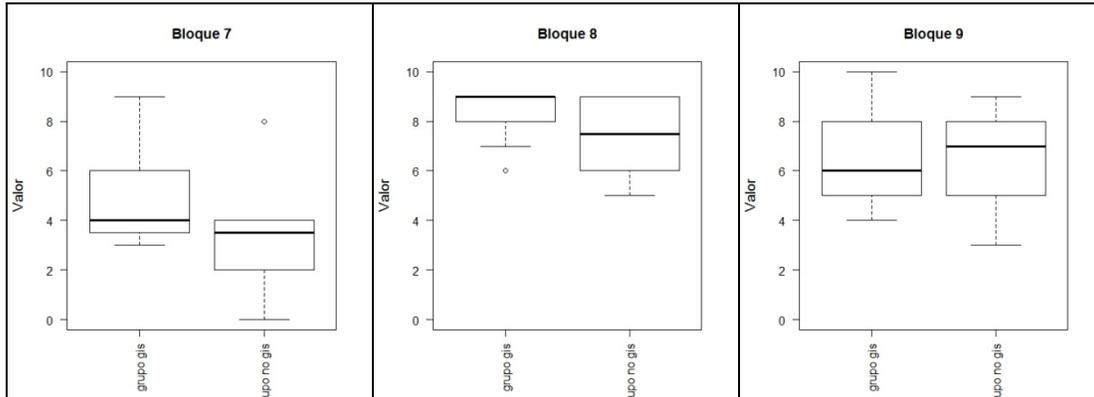


Figura nº5. Gráficos de caja y bigotes de las variables observadas para el test de inteligencias múltiples en el aula de primero de ciclo superior en los grupos GIS y control.

Nota: Correspondencia de bloques: Bloque 1= inteligencia naturalista; bloque 2= inteligencia musical; bloque 3= inteligencia lógico-matemática; bloque 4=inteligencia existencial; bloque 5=inteligencia interpersonal; bloque6= inteligencia cinestésica-corporal; bloque 7= inteligencia verbal-lingüística; bloque 8=inteligencia intrapersonal; bloque 9= inteligencia visual-espacial.

Resultado del cuestionario (pre-tratamiento) sobre aspectos espaciales.

En la siguiente tabla (tabla nº2) se muestra la relación de alumnos que han acertado las cuestiones planteadas en cada tipo de cuestión de índole espacial para cada grupo y aula. Así, en primero de ciclo medio, los alumnos del grupo GIS han mostrado mayores conocimientos previos sobre aspectos espaciales de orientación y operaciones de análisis espacial, respecto al grupo control. La mayor diferencia radica en la cuestión sobre la operación de análisis espacial de superposición que claramente ha sido contestada mejor por el grupo que posteriormente recibió el tratamiento. En segundo de ciclo medio esta tendencia se invierte, siendo en principio el grupo control el que más acierta a las cuestiones planteadas, excepto la de interpretación del mapa topográfico. En el grupo de primero de ciclo superior, el grupo GIS acierta globalmente más cuestiones respecto al grupo control. De forma general, se observa que la cuestión sobre interpretación del mapa topográfico ha sido contestada correctamente por una minoría de alumnado en cualquiera de los grupos y aulas.



Aula	Grupo	Orientación	Operaciones de análisis espacial	Interpretación del mapa topográfico
1 CM	GIS	6/7 (85.7%)	6/7 (85.7%)	1/7 (85.7%)
	Control	5/8 (62.5%)	2/8 (25%)	1/8 (12.5%)
2 CM	GIS	2/4 (50%)	2/4 (50%)	1/4 (25%)
	Control	3/4 (75%)	4/4 (100%)	0%
1 CS	GIS	5/7 (71.4%)	5/7 (71.4%)	2/7 (28.6%)
	Control	3/6 (50%)	5/6 (83.3%)	0%

Tabla nº 2. Resultado del cuestionario previo sobre conocimiento de aspectos espaciales.

Conocimientos previos sobre el tema.

La mayoría de alumnado (30 de 33 alumnos) han mostrado desconocimiento o sencillamente no recordaban nada al respecto de las cuestiones iniciales planteadas sobre el tema. Los tres alumnos que sí demostraron cierto conocimiento, recordaban solo que la especie era un nematodo y que atacaba fundamentalmente a los pinos.

Resultado del cuestionario sobre aspectos conceptuales de seguimiento del tema

En la tabla nº3 se recogen las observaciones de los aciertos en las cuestiones conceptuales planteadas sobre el seguimiento del aula. Se observa que el grupo GIS del aula de primero de ciclo medio y de primero de ciclo superior ha tenido un mayor número de aciertos respecto al grupo control. En segundo de ciclo medio, si bien ambos grupos han obtenido un buen resultado, supera en aciertos el grupo control.



Aula	Grupo	Aspectos conceptuales seguimiento tema
1 CM	GIS	7/7 (100%)
	Control	3/8 (37.5%)
2 CM	GIS	3/4 (75%)
	Control	4/4 (100%)
1 CS	GIS	6/7 (85.7%)
	Control	4/6 (66.6%)

Tabla nº3. Resultados de las cuestiones de seguimiento del tema por aula y tratamiento.

Resultados del cuestionario de evaluación de preguntas de carácter espacial del tema.

En la tabla nº4 se recogen el número de aciertos por grupo y aula respecto a las preguntas formuladas sobre el tema de índole espacial una vez realizado el tratamiento. De forma general, la primera cuestión ha sido contestada correctamente por mayor número de alumnado en el grupo GIS de las aulas de ciclo medio, a excepción de primero de ciclo superior, donde el grupo control ha obtenido mejores resultados. Se observa que la segunda pregunta de interpretación espacial ha sido contestada correctamente por la totalidad de alumnado participante en la experiencia.





Aula	Grupo	Interpretación espacial de la zonificación de alto y medio riesgo de invasión	Interpretación espacial del efecto de las distancias de vuelo en la zona tampón de corta preventiva
1 CM	GIS	3/7 (42.9%)	7/7 (100%)
	Control	2/8 (25%)	8/8 (100%)
2 CM	GIS	4/4 (100%)	4/4 (100%)
	Control	3/4 (75%)	4/4 (100%)
1 CS	GIS	3/7 (42.9%)	7/7 (100%)
	Control	4/6 (66.7%)	6/6 (100%)

Tabla nº4. Resultados de las cuestiones de carácter espacial del tema por aula y tratamiento.

4. Discusión.

Efectos del uso de SIG en el aprendizaje.

De forma general, se observa un efecto positivo del uso del SIG en el aprendizaje, al obtenerse un número ligeramente superior de aciertos en la resolución de las cuestiones de interpretación espacial de los grupos en los que ha sido aplicado el tratamiento (explicación con SIG) respecto a los grupos control. No obstante, los resultados y contextos de análisis son diferentes en cada una de las aulas.

Así, en el aula de primero de ciclo medio, el alumnado del grupo GIS acertó con más frecuencia las cuestiones espaciales planteadas sobre el tema que el grupo control, pero también mostró superiores conocimientos previos sobre aspectos espaciales. Dadas las limitaciones del número y bajo nivel de complejidad de las cuestiones planteadas resulta difícil dilucidar si su mejor rendimiento es debido al tratamiento o a la influencia de sus conocimientos previos y de sus habilidades. De hecho, en el inventario de inteligencias múltiples, se constata que el grupo tratamiento (GIS) recibe una mayor puntuación en la inteligencia lógico matemática respecto al control, mientras que en la inteligencia visual-espacial se obtiene la misma puntuación.



En el aula de segundo de ciclo medio, el alumnado del grupo GIS mostró menores conocimientos previos sobre aspectos espaciales pero tuvo ligeramente más aciertos que el grupo control al recibir el tratamiento de explicación con SIG en las cuestiones espaciales del tema, por lo que en este caso sí podría identificarse un impacto positivo de este tratamiento, compensando así los menores conocimientos previos. Respecto al inventario de inteligencias múltiples, se observa que en la inteligencia lógico matemática obtiene ligeramente mayor puntuación en el grupo control, mientras que la inteligencia visual espacial obtiene una puntuación ligeramente superior en el grupo GIS.

En el aula de primero de ciclo superior, el alumnado del grupo GIS demostró poseer ligeramente mayores conocimientos previos sobre aspectos espaciales respecto al grupo control, sin embargo ha registrado un menor número de aciertos en las cuestiones espaciales de seguimiento del tema. En los resultados del inventario de inteligencias múltiples, el bloque de inteligencia visual-espacial obtiene una mediana inferior a las otras aulas, siendo un poco superior en grupo control (mediana igual a 7) que en el que ha recibido el tratamiento (mediana 6). Estos valores se invierten sin embargo, si comparamos su valoración de la inteligencia lógico-matemática, con un valor de mediana igual a 7 en el grupo GIS e igual a 6 en el grupo control.

En la explicación de esta anomalía podría tener influencia el tipo de cuestiones espaciales planteadas tanto en el cuestionario previo como en el cuestionario tras el tratamiento. Las primeras, corresponden a destrezas generales de tipo espacial y a su verbalización, mientras que las segundas, son de naturaleza analítica. Quizás pudiese relacionarse con la mejor puntuación en la inteligencia verbal-lingüística del grupo GIS, que les permitiría haber obtenido mejores resultados en el cuestionario previo.

Respecto al efecto motivador del uso de SIG, cabe señalar que el alumnado mostró en general su satisfacción con la experiencia, manifestando que les había gustado la clase de ese día. Este efecto motivador es patente, dado que la mayoría de alumnado ha solicitado realizar actividades prácticas con herramientas SIG.

Reflexiones prácticas sobre la experiencia.

Del análisis de los resultados obtenidos cabe plantearse el efecto del diseño de experimento, así como de la corta duración de la experiencia, además del número de alumnado participante, como algunos factores que condicionan la interpretación de los datos y su extrapolación. Así, en cuanto al diseño del experimento, se observa que son limitadas en número las cuestiones de carácter espacial planteadas, tanto en el test previo como en el posterior al tratamiento.

Las cuestiones del test previo, si bien han sido diseñadas teniendo en cuenta estudios previos (Lee y Bednarz, 2009; Cheung, Pang, Lin y Lee, 2011; Thankachan y Franklin, 2013), son menos numerosas que las planteadas en estos estudios, por lo que solamente se obtiene información de algunas de las posibles destrezas espaciales del alumnado. Por otra parte, al desconocer el nivel previo del alumnado, se han implementado cuestiones sencillas y sin embargo los aciertos han sido desiguales, por lo que resulta difícil estimar cuál es el grado de dificultad adecuado a plantear. La cuestión que ha resultado más

compleja, ha sido la de interpretación del mapa topográfico, quizás por ser de respuesta múltiple. De hecho, solamente ha sido acertada en su totalidad por dos alumnos.

En cuanto al diseño de las preguntas de interpretación espacial, se podrían haber planteado un mayor número de cuestiones de esta índole, así como haber incrementado la explicación de fenómenos espaciales en el desarrollo del tema. Si bien esto redundaría en un mayor número de datos para medir el efecto en el aprendizaje, también es cierto que se requiere de más tiempo para poder desarrollar la experiencia, por lo que en este caso, el ajuste a los horarios del centro constituye un factor limitante.

La primera de las cuestiones planteadas de interpretación espacial no revestía gran dificultad, pero sí que ha permitido captar diferencias entre el alumnado. La segunda pregunta, relativa a la influencia de los nuevos estudios sobre las distancias de vuelo que realiza el insecto vector en la eficacia de las medidas de gestión (corta preventiva), ha sido acertada por todo el alumnado, indistintamente si ha recibido el tratamiento GIS o no. Esto lleva a la conclusión de que la cuestión en sí no presenta complejidad de interpretación, al tratarse de un análisis simple de distancias.

Se podría plantear la necesidad de incrementar el nivel de dificultad de esta pregunta con objeto de poder observar diferencias entre grupos, por ejemplo, incluyendo como variable el efecto de la impedancia o resistencia de diferentes tipos de vegetación al desplazamiento del insecto vector.

Otro aspecto a considerar en la dificultad de cuantificación del impacto del SIG en el aprendizaje, radica en que la temática planteada solo incluía una pequeña sección relativa a la explicación de aspectos espaciales frente al desarrollo global del tema. Así, a la hora de cuantificar el efecto en el aprendizaje, no es lo mismo plantear un problema puramente geográfico que un tema que incluye aspectos espaciales de forma puntual. Por lo tanto, hubiese sido interesante plantear una sesión centrada en aspectos espaciales (diferenciando grupo tratamiento con SIG del grupo control), pero en el marco de desarrollo de esta experiencia no ha sido posible.

También, se ha constatado la existencia de incertidumbre sobre la muestra de la población participante. Se ha aplicado el tratamiento a tres aulas diferentes, con un perfil heterogéneo de alumnado, con diferentes rangos de edades y diferente nivel educativo. Resulta además difícil el control del tamaño de la muestra, puesto que dependemos de la asistencia de los alumnos al centro. Así, al realizar la experiencia en dos sesiones, algunos de los alumnos matriculados no asistieron a ninguna de las sesiones, o solo han asistido a una, por lo que no han podido ser incluidos en la muestra.

5. Referencias bibliográficas

Aronoff, S. (1991). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.

Boix, G., Olivella, R. (2007). *Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la educación. El proyecto PESIG (Portal educativo en SIG)*. En M.J. Marron Gaité, J. Salomon Carrasco y X.M. Souto González (Eds). *Las competencias geográficas para la educación ciudadana* (pp 23-32). Valencia: Universidad de Valencia.





Bosque Sendra, J. (2000). *Sistemas de Información Geográfica*. Alcalá de Henares: Ediciones Rialp, S.A.

Calvo Iglesias, M.S., Díaz Varela, R.A. (2015). Potencial educativo de los SIG en formación profesional. Una experiencia en el ciclo superior de técnico superior en gestión forestal y del medio natural. *Revista educativa Hekademos* 17 (VII),55-64.

Chen, M., (2010). If technology motivates students, let's use it! Edutopia. Recuperado de <http://www.edutopia.org/blog/motivating-students-technology>

Cheung, Y., Pang, M., Lin, H., y Lee, C. K. J. (2011). Enable Spatial Thinking Using GIS and Satellite Remote Sensing – A Teacher-Friendly Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 21, 130–138. DOI:10.1016/j.sbspro.2011.07.014

Gardner, H. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.

Heafner, T. (2004). Using technology to motivate students to learn social studies. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 4 (1), 42-53.

Lee, J. y Bednarz, R. (2009). Effect of GIS Learning on Spatial Thinking. *Journal of Geography in Higher Education*, 33 (2), 183–198. DOI:10.1080/03098260802276714.

Liu, Y., Bui, E.N., Chang, C.H. y Lossman, H.G.(2010). PBL-GIS in secondary geography education: does it result in higher order learning outcomes? *Journal of Geography*, 109, 150-158.

McKenzie, W. (2005). Multiple intelligences and instructional technology. Oregon: ISTE. Recuperado de: <http://surfaquarium.com/MI/inventory.htm>

Riihelä, J. y Mäki, S. (2014). Designing and Implementing an Online GIS Tool for Schools: The Finnish Case of the PaikkaOppi Project. *Journal of Geography*, DOI: 10.1080/00221341.2014.897362

Rodríguez Cobos, E.M. (2009). Ventajas e inconvenientes de las TICs en el aula. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 1, 9. Recuperado de: <http://www.eumed.net/rev/ced/09/emrc.htm>

Thankachan, B. y Franklin, T. (2013). Impact of Google Earth on Student Learning. *International Journal of Humanities and Social Science*, 3 (21), 11–16.

Zappettini, M. C. (2007) Enseñanza de la geografía e Informática: El uso del SIG en una experiencia pedagógica innovadora. *Geograficando*, 3 (3) 189-203. Recuperado de: http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.3674/pr.3674.pdf

