



TALLER: MATEMÁTICAS CON JUEGOS DE ORDENADOR

Grup F9 ¹

Palabras claves: Juegos de ordenador, videojuegos, selección de juegos de ordenador, aplicaciones didácticas, matemáticas, objetivos generales.

Resumen:

Este taller forma parte del trabajo realizado por un grupo de profesores de enseñanza primaria y secundaria sobre la utilización didáctica de los juegos de ordenador¹.

Aunque cada miembro del grupo, autodenominado F9, ya había iniciado experiencias en la utilización de juegos informáticos en el aula, el grupo como tal se constituyó en 1995 asesorado por Begoña Gros, profesora de la Facultad de Pedagogía de Barcelona, a cargo del ICE de la UAB. Desde el curso 96/97 continuamos las experiencias en el marco del Plan de Formación Permanente de la zona del Vallès (comarca catalana). El trabajo efectuado durante estos tres años se ha centrado en la elaboración de una guía para la selección y evaluación de los juegos de ordenador, una propuesta didáctica para la incorporación de éstos en la escuela y el instituto, en distintas áreas. Para dar difusión a nuestra experiencia hemos complementando nuestra práctica con distintas participaciones:

- Congreso de Tecnología Educativa " EDUTEK 97 " Ponencia. Málaga, 27 al 29 de octubre 1997.
- Seminario de la Federación Española de Profesores de Matemáticas. Comunicación. Granada, 21 al 23 de mayo de 1998.
- III Jornadas de Matemática Recreativa. 2 talleres. A Coruña, 2 al 5 de junio 1998.
- NOVES TECNOLOGIES A L'EDUCACIÓ. Capítulo sobre Utilització didàctica dels Jocs d'Ordinador. Editorial PRAXIS. (Febrero 1998)
- COMUNICACIÓN Y PEDAGOGÍA. Artículo. (Junio 1998)
- Jugando con Videojuegos: educación y entretenimiento. Ed. Desclée de Brouwer. Col. Aprender a Ser. 1998.

¹ El equipo de trabajo F9 está formado por: Begoña Gros (coordinación), José Aguayos, Lluïsa Almazán, Antònia Bernat, Manuel Camas, Francesc Campos, Juan José Cárdenas, Dídac Marín y Xavier Vilella

El juego como instrumento de aprendizaje.

¿Es importante jugar?

En psicología todos los autores coinciden en la importancia que tiene el juego para el desarrollo de la persona. Es necesario que el niño juegue, a través del juego aprende e incluso le ayuda a formar su personalidad.

Si entramos en cualquier aula de cualquier escuela o jardín de infancia vemos como en las clases de los más pequeños el juego ocupa un lugar importante dentro del horario escolar.

Pero de la misma manera también constatamos que la relación entre edades de los escolares i horas dedicadas al juego como elemento importante del aprendizaje es inversamente proporcional.

¿Es que a partir de los 6 o los 7 años los niños ya no juegan, y por tanto el juego ya no es válido como recurso para el aprendizaje?

¿O es tal vez que a partir de cierta edad los profesores empezamos a obsesionarnos por el currículum, los contenidos, las notas, la opinión de los compañeros, los padres y decidimos que “jugar” en las aulas es una manera como cualquier otra de perder el tiempo y no nos permite avanzar en el programa?

Sin embargo podemos encontrar una antigua y extensa bibliografía sobre el juego y tipos de juegos no solo en el aprendizaje de las matemáticas sino también en el aprendizaje de todas las áreas.

Hace tiempo que existe en el mercado una gran variedad de juegos matemáticos, pensados y destinados a practicar aspectos concretos de las matemáticas, ya sea en forma de cartas, dominós, pasatiempos etc.

No son de todas formas estos los únicos juegos que pueden ser utilizados como recurso de aprendizaje, la mayoría de juegos tradicionales de tableros, naipes, dados, rompecabezas, puzles, laberintos,... pueden ser utilizados como instrumentos de aprendizaje y no solo en las clases de matemáticas.

Afortunadamente cada vez son más los profesores que de una manera u otra introducen el juego como un recurso para el aprendizaje, unas veces en la práctica habitual y otras en situaciones de talleres, créditos variables, grupos flexibles...

Qué características tiene el juego como recurso de aprendizaje

- **Su carácter lúdico.**
- **Su carácter atractivo.**
- **Puede ser un tipo de actividad diferente de la que se realiza habitualmente en clase.**
- **El juego es una actividad por tanto que el alumno acepta con agrado.**
- **Es una actividad motivadora.**
- **Existe un control externo de la corrección de la solución**
- **En los juegos de estrategia son importantes los procedimientos que se ejercitan para conseguir la estrategia ganadora.**

M.L.Callejo compara el juego con la resolución de problemas y citando a M. Guzmán establece semejanzas y diferencias entre ambas actividades.

El juego	La resolución de problemas
Es una actividad libre	Se convierte en actividad libre si se realiza porque se quiere (participación en concursos, clubes matemáticos,...)
Se sitúa fuera de la vida corriente (no pretende la satisfacción directa de necesidades materiales, se practica por la satisfacción de su propia práctica)	Se sitúa fuera de la vida corriente porque es un acto creativo (Poincaré,1974)y porque desempeña una función cultural y social
Crea orden, es orden (el juego es estético; crea tensión, equilibrio, oscilación, contraste; está sometido a reglas)	Es estética; produce tensión, equilibrio, oscilación, contraste, variación, traba y liberación; tiene axiomas, teoremas, lemas, teorías...
Tiene unos límites de espacio y tiempo (espacio y tiempo están determinados y acotados)	Se puede desarrollar en cualquier lugar que cumpla con las condiciones ambientales que requiere el ejercicio intelectual; se puede desarrollar sin límites de tiempo

Concluye diciendo que el juego y la resolución de problemas no se identifican totalmente, pero tienen elementos comunes.

¿Por qué los juegos de ordenador?.

Consideramos que los juegos de ordenador y los videojuegos son un material informático que, aunque aparentemente no formen parte del denominado "software educativo", poseen unas características muy interesantes y perfectamente aplicables a la educación y, en concreto, a la didáctica de muchos aspectos de las matemáticas.

En primer lugar, es un material que resulta muy motivador para la mayoría de los alumnos lo que ayuda a crear situaciones de aprendizaje altamente significativas. Además de los aspectos motivacionales, nuestra experiencia nos ha llevado a considerar que los juegos de ordenador aportan múltiples posibilidades educativas que van desde la motivación hasta el desarrollo de procedimientos tales como la adquisición de habilidades, la resolución de problemas, la toma de decisiones, etc.

En definitiva, pensamos que los juegos de ordenador constituyen un material informático de gran valor pedagógico por las siguientes razones:

- Constituyen un material muy motivador para los alumnos.
- Favorecen el trabajo de aspectos procedimentales.
- Son programas muy flexibles dado que se pueden utilizar en una asignatura concreta, como taller, como eje transversal, como crédito variable, etc.
- Proporcionan elementos para el trabajo de la autoestima de los alumnos.
- Es un material que está a disposición tanto de los alumnos como de profesorado.

Como cualquier otro material previsto para la didáctica debe seleccionarse previamente, según el contenido del producto, siendo preciso efectuar un análisis del juego desde el punto de vista pedagógico. Para ello, hemos elaborado una ficha de evaluación que ayuda a efectuar dicho análisis y aprovechar del juego aquellos aspectos que más nos interesa para cada momento de nuestra práctica profesional. La ficha está dividida en dos partes: una descripción general del producto y los criterios pedagógicos orientando en el

desglose de los aspectos de contenidos que pueden utilizarse, los procedimientos que se trabajan en el juego y los valores o contravalores que se ponen de manifiesto. Está a su disposición en nuestra dirección Internet www.xtec.es/~abernat, donde también podrán entrar en contacto con nosotros, el grupo F9.

Respecto a los juegos relacionados con las matemáticas, nuestro campo de trabajo no son los programas pensados específicamente para ejercitar operaciones, o para explicar técnicas de resolución de ecuaciones. Al contrario, los juegos de ordenador mas comerciales, a los que juegan los alumnos, son los que merecen nuestra atención.

¿Qué objetivos persigue un profesor o profesora?

Hasta aquí hemos comentado los juegos en general y los juegos de ordenador y videojuegos, en particular. Sus características los hacen especialmente indicados para un uso interdisciplinar. El hecho de encasillarlos en un área concreta no deja de ser paradójico: con una ley de educación abierta y flexible en muchos aspectos (en todo caso, mucho más que las anteriores), ¿cómo es posible que a los profesores nos cueste tanto introducir aspectos interdisciplinares? Nuestro grupo, F9, lo ha discutido, y hemos llegado a la conclusión de que el hecho de programar en función de unos contenidos conceptuales encorseta nuestra posibilidad de innovación.

Veamos: si un profesor decide que programa "los números enteros", decididamente buscará actividades adecuadas a tal fin. Explicación, ejercicios, algunos para hacer en casa... El resultado lógico de este planteamiento será la realización de un control o examen al final de la unidad, sancionando los resultados finales de todo un proceso. Proceso que será muy difícil que pueda ser evaluado en su desarrollo, "durante" y no "al fin de".

Veamos ahora una alternativa que facilitaría la inclusión de herramientas más interdisciplinares, como los juegos de ordenador: lo que la ley nos pide es que trabajemos en función de unos objetivos generales de etapa, que se concretan en objetivos de área. Cuando nos leemos los objetivos generales de la Educación Primaria o los de la Secundaria, la verdad es que nos parecen formulados de forma muy general. Pero el hecho es que lo que debemos conseguir son esos objetivos, lo que debemos tratar por todos los medios de conseguir son esos objetivos, lo que deberemos juzgar al final de la etapa son esos

objetivos: no se trata de afirmar que el alumno no sabe operar correctamente números con signo, sino determinar si es capaz de mirar el mundo con ojos matemáticos, si puede razonar frente a una situación desconocida, si es capaz de aplicar herramientas matemáticas a un mundo diverso, plural complejo y, sobre todo, interdisciplinar. Sólo en las escuelas, institutos y universidades encontrará ocasiones de aplicar en estado puro un conocimiento matemático. En la vida, no.

Por tanto, la posibilidad de inclusión de los juegos de ordenador, como tantas otras herramientas que cuestan de usar en nuestro trabajo diario, se verá muy favorecida si en lo que nos fijamos principalmente es en lo que queremos conseguir, los objetivos, y lo que evaluamos son principalmente las capacidades.

Esta claro que los objetivos se consiguen trabajando unos contenidos. Claro que sí, y hemos de asegurar un conjunto de ellos. Pero en el momento de preparar las actividades debemos asegurarnos de que éstas contribuyen a uno o algunos objetivos, tenerlos siempre en mente, bien aprendidos.

Las actividades, por otro lado, deben tener otra característica: si hemos de observar el proceso de aprendizaje, tanto para poder intervenir en el momento oportuno como para poder evaluar de forma continua, no podemos pretender que el profesor explique y explique, mantenga un disciplinado silencio en la clase, y a la vez tome nota de observaciones significativas. Si el papel del profesor es ése, volveremos a las actividades tipo libro de texto, con el examen al final. Si queremos que se de una situación distinta, las actividades deben ser distintas. Deben permitir esta parte del trabajo del profesor. Ahí entran los juegos de ordenador: el hecho es que los alumnos trabajan con el ordenador, en pequeño grupo, de forma bastante autónoma, y el profesor dispone de tiempo para observar, para decidir una puntual intervención en un momento dado del juego, en el que dicha intervención asegurará la reflexión imprescindible para conseguir el aprendizaje.

Si nos leemos atentamente los objetivos generales tanto de la Educación Primaria como los de la Secundaria, podremos constatar que los juegos de ordenador permiten trabajar muchos de ellos, y lo hacen posibilitando la creación de situaciones de enseñanza y aprendizaje distintas de la clase magistral, con un elemento motivador doble: el ordenador y el juego.

Respecto a los contenidos, nuestra propuesta incluye un camino de análisis de cada juego, mediante una ficha, que nos facilitará el establecimiento de contenidos para cada juego.

En conclusión, si los juegos de ordenador se ven como un pasatiempo que entretiene a los alumnos menos dotados, los distrae mientras se va acercando el día de acabar su etapa obligatoria de enseñanza, nosotros, el grupo F9, hemos perdido el tiempo. Para nosotros consisten en una poderosa herramienta de aprendizaje que, bien usada, permite aprendizajes significativos, de forma muy lúdica, en un ambiente motivador, sorprendente para los alumnos. Pero una herramienta que, como todas las innovaciones, exige seriedad en su introducción en los centros educativos. Hay que preparar bien el terreno, con los profesores, con los padres, hay que escoger cuidadosamente el material, hay que asegurar la creación de un verdadero ambiente de trabajo. Porque se trata de eso: de trabajar con los juegos de ordenador.

Curriculum de la educación secundaria obligatoria. Área de Matemáticas.

El área de Matemáticas tiene un papel importante en el desarrollo de algunas de las capacidades que se plantean en los objetivos generales tanto de la enseñanza primaria como de la secundaria. En concreto, cabe destacar especialmente las capacidades de:

- **Interpretar y producir mensajes utilizando códigos científicos.**
- **Identificar problemas y elaborar estrategias que los puedan resolver mediante procedimientos intuitivos y de razonamiento lógico.**
- **Obtener y seleccionar información y tratarla de forma autónoma y crítica.**
- **Transmitir la información de manera organizada y inteligible.**

Se pretende que las matemáticas se entiendan como una ciencia en permanente evolución, es decir, como un conjunto de conocimientos que ha ido cambiando desde su génesis para adaptarse a las características de las situaciones y a las necesidades de cada época y se considera importante que sea valorado de forma especial el carácter instrumental de las matemáticas, por encima de otros trazos que también la caracterizan, como son el potencial lógico-deductivo, la capacidad de abstracción formal, etc..

Los conocimientos matemáticos han de ser aplicados de forma creativa, es decir, no mimética ni repetitiva, a fin que resulten útiles para afrontar situaciones nuevas y no solo aquellas que son prácticamente idénticas a las ya trabajadas con anterioridad. También los conocimientos matemáticos han de ser útiles para interpretar razonadamente con espíritu crítico aspectos de la información recibida del entorno que son analizables desde un punto de vista matemático.

Se subraya la necesidad de tener constancia para perseverar en la búsqueda de soluciones cuando la situación lo exija, como también tener la suficiente flexibilidad para cambiar de estrategia cuando la aplicada hasta el momento haya resultado estéril. Las capacidades más intrínsecamente relacionadas con actividad propia de las matemáticas hacen referencia al uso de diversos lenguajes, a la sistematización de las observaciones, a la clasificación y ordenación de los datos obtenidos y a la detección y el establecimiento de las relaciones que puedan existir en conjuntos de datos. El desarrollo de estas capacidades proporcionara al alumno unos instrumentos que le permitirán un grado de precisión y de rigor más elevado, tanto en el análisis que haga de la realidad como en su propia expresión.

Los contenidos del área responden a conocimientos matemáticos que la sociedad actual exige a cualquier ciudadano para poder comprender la información que se produce y para saber desenvolverse con cierta facilidad.

Por ello se ha dotado de un peso importante a:

- la estadística y el tratamiento del azar como a instrumentos de comprensión y análisis de gran cantidad de informaciones que hoy en día manejan los medios de comunicación, y como herramienta para interpretar y elaborar predicciones en aquellos fenómenos en que intervienen muchos datos o que tienen un comportamiento aleatorio. Igualmente desde este punto de vista,

- la geometría (en su faceta más manipulativa, de construcciones a escala y de interpretación de planos y representaciones) y la lectura y la elaboración de gráficos (tanto estadísticos como funcionales) son cuestiones que están presentes en los contenidos seleccionados.

Los objetivos terminales del área tienen un carácter mayoritariamente precedimental como expresión de la priorización de este tipo de contenido por encima de los conceptuales, atendiendo su mayor funcionalidad.

Objetivos generales

Al finalizar la etapa el alumno ha de ser capaz de:

1- Entender las Matemáticas como una ciencia abierta y dinámica que ha seguido una evolución histórica y que tiene capacidad de adaptación a las nuevas situaciones

2- Valorar especialmente el carácter instrumental de las Matemáticas en otros campos del conocimiento.

3- Aplicar de forma creativa, ante situaciones nuevas, los métodos matemáticos aprendidos.

4- Utilizar técnicas matemáticas para interpretar y evaluar, de forma crítica, la información que recibe de su entorno.

5- Conocer y evaluar sus propias habilidades matemáticas y emplearlas con flexibilidad (sabiendo cambiar de estrategia si es preciso) y con constancia en la búsqueda de soluciones a las situaciones problemáticas que se le plantean.

6- Emplear, cuando sea preciso, diferentes lenguajes matemáticos (algebraico, estadístico, gráfico, etc.) con objeto que sus posibilidades expresivas y de razonamiento mejoren en rigor y precisión.

7- Hacer observaciones sistemáticas de aspectos cuantitativos, geométricos y lógicos de la realidad, y estructurar y presentar la información obtenida de manera que facilite el análisis posterior.

8- Analizar un conjunto de datos y encontrar posibles relaciones, sirviéndose de modelos matemáticos elementales (estadísticos, funcionales, algebraicos, etc.).

9- Emplear con soltura y familiaridad los medios tecnológicos (calculadoras y ordenadores) que faciliten las tareas de cálculo y de representación.

Ejemplos de juegos:

En el taller presentaremos algunas situaciones en las que se pone de manifiesto el potencial de los juegos de ordenador para favorecer aprendizajes concretos.

Si usáramos la aventura gráfica *The Dig*, un guión para una película de Steven Spielberg: un viaje trepidante, enigmático, asombroso y sorprendente, que parece no tener regreso... O sí, todo depende de la habilidad de quien juega...

Desde el primer momento, resulta evidente que este juego obliga al jugador a utilizar estrategias como el ensayo-error, a echar mano del conjunto de herramientas de nuestro cerebro para afrontar los retos constantes con los que nos vamos encontrando. Para salir triunfantes de la aventura, es preciso reunir todas las piezas del rompecabezas que es el juego en su totalidad, ir resolviendo cada uno de los enigmas e incluso mostrar nuestras habilidades psicomotrices en algunos momentos. A lo largo de la aventura podemos encontrar cuerpos geométricos, estudiar sus propiedades y características, discutir en pequeños grupos y luego poner en común nuestros descubrimientos y razonamientos, plantear debates sobre valores, como la arqueología, los criterios de autoridad en un equipo, la función de cada miembro, etc. Podemos trabajar la visualización, a partir de la visión que tenemos de un todo desde dentro, formando parte de él, algo parecido a lo que nos sucede cuando queremos representar la Vía Láctea.

Pero aquí vamos a presentar un aspecto tan sólo: la resolución de problemas. Y seguiremos el planteamiento clásico del gran maestro Polya. Polya propone 4 pasos o fases en su método: comprensión del enunciado, elaboración de un plan o estrategia, ejecución del plan, comprobación. Haciendo por nuestra parte una interpretación abierta de cada paso, podemos mostrar como el juego *The Dig* favorece el aprendizaje de este método.

Cuando el alumno se encuentra en cada punto de decisión del juego, debe empezar por comprender la situación: ¿qué problema tengo?, ¿de qué dispongo para afrontarlo?, ¿qué pistas me ofrece el propio juego? Incluso si decide pedir ayuda al profesor, éste debe actuar con cautela, ofreciendo al alumno un camino de autoresolución, nunca la salida sin esfuerzo: "¿Conoces el problema? Escríbelo, en un par de frases, esto te ayudará". En un cierto momento, debes abrir unas extrañas puertas. Se puede conseguir que los alumnos

analicen el enunciado: ¿por qué resultan extrañas estas puertas?, ¿qué elementos usuales para nosotros tienen y cuáles no tienen?, ¿qué tipo de "llave" podría abrirlas?

En el momento de diseñar el plan o escoger la estrategia a utilizar, se plantea: ¿he resuelto situaciones parecidas anteriormente?, de donde podemos establecer transferencias de aprendizaje. Siguiendo con las puertas, una vez descubierto el tipo de llave a utilizar, aparece el problema de su uso: existe un código de colores, y una secuencia de transformaciones de cuerpos geométricos. Cuando se ha resuelto la llave para la primera puerta, el problema con las siguientes prácticamente desaparece. Uno de los papeles principales del profesor es el de hacer al alumno consciente de su aprendizaje. Pero al final quedará una puerta que no se abre como las otras: pide la resolución de un rompecabezas, tipo tangram, y para resolverlo el alumno deberá situar nuevamente lo que necesita, lo que sabe, de lo que dispone. Plantearse cómo puede conseguir lo que le falta, es decir, establecer pequeños problemas parciales que, una vez resueltos, permitirán resolver el gran problema inicial.

El hecho de que los juegos de aventura gráfica permitan guardar/salvar una partida en el momento en el que uno lo desee, favorecen el desarrollo de estrategias de las que Polya habla en la tercera fase: la ejecución del plan, de manera que el alumno puede avanzar por un camino, por una idea, intentar llevar a cabo una conjetura, pudiendo constatar el resultado de su intento, y volver otra vez al punto de partida para ensayar otro camino, otra posibilidad. De la habilidad del profesor va a depender en buena medida que el alumno se plantee diversas posibilidades antes de empezar sus ensayos, para evitar así caer en el exceso de uso del ensayo-error.

Un tema constante ha de ser el registro y la comunicación de ideas, estrategias, valoraciones y resultados durante y al final del juego. Esto se puede pautar, nosotros tenemos algunos modelos experimentados en nuestros talleres y créditos relativos a diversos juegos, tanto arcade, como simuladores, aventuras gráficas, etc.

En el campo de la última fase del método de Polya, debemos resaltar que el mismo juego acostumbra a validar el camino seguido. Esto lo hace generalmente de dos maneras: o bien la situación siguiente impide el avance, con lo que el alumno se da cuenta de que aún no ha resuelto la situación anterior; o bien en un momento posterior de la aventura necesita

un resultado anterior, un objeto que no ha recogido, una enseñanza que no descubrió. Entonces se ve obligado a repasar, rehacer el camino seguido, el proceso.

Este es un ejemplo, ni mucho menos completo, de cómo los juegos de ordenador, convenientemente tratados, pueden ayudarnos en nuestra tarea de crear situaciones de enseñanza-aprendizaje motivadoras, creativas, de alto nivel matemático y que, a la vez, permitan atender la diversidad².

Otros juegos en los que podemos encontrar muchos de los elementos comentados, y aún otros distintos, son:

- Lemmings, y el plan de acción y los porcentajes. APROFITAMENT DELS JOCS D'ORDINADOR. Proposta Didàctica. Memoria de la experiencia del curso 96-97 entregada al Plan de Formació Permanente del Vallès.
- Tetris, y la discusión sobre simetría
- El Castillo de los números o la Esfinge, y las operaciones
- Bang-Bang, y la dependencia funcional
- Machine la máquina increíble, máquinas y cambios de energía. NOVES TECNOLOGIES A L'EDUCACIÓ. Capítulo sobre Utilització didàctica dels Jocs d'Ordinador. Ed. PRAXIS.
- PCfutbol, la estadística, economía,
- ² LA UTILITZACIÓ DIDÀCTICA DEL JOCS D'ORDINADOR (G F9). PROJECTE: Tallers de Joc (Primària). Crèdit Variable (Secundària). Variant 2: Matemàtiques

Grup F9