

AGENTE DE SOFTWARE Q Y EL APRENDIZAJE DE MODELOS CONCEPTUALES¹

Luis Facundo Maldonado Granados, Ph.D. *

Nerey Ortega del Castillo, MSc. *

Jaime Ibáñez Ibáñez, MSc. *

Luis Bayardo Sanabria Rodríguez, MSc. *

Victor Julio Quintero Suárez, MSc. *

Abstract

We submit results of a research project focused on the relationship between a card arrangement exercise and the learning of conceptual models, built based on hierarchical ontologies. This approach is more frequent in measurement of attitudes - hot cognition, as it is expressed by Brown (1987) - or in opinion or subjectivity studies (Brown, 1980), and it is known as Q Methodology. A software agent - Q Agent - was programmed to be used either in a hypertext environment or as a companion to study press document and its effects on learning are explored. Two main comparisons are conducted: between use and non use of Q Agent, and between Q Agent with hypertext and Q Agent with pressed documents. The predictive value of student scores with the Q Agent in relation with student scores on a cognitive competence test is assessed as well. Three trials were carried on with a ninth grade student sample. Data are analyzed by means of ANOVA and multiple regression models. Significant effects of using the Q Agent were found, and scores on the Q Agent Game are significant predictors of scores on the cognitive competence test. Learning performance using Q Agent in hypertext environments drift lightly to be superior in relation to Q Agent with pressed documents. Results are discussed in the framework of information controlled autonomous learning systems, and the meaningful learning.

Resumen

Presentamos los resultados de una investigación cuyo interés fue indagar el efecto que puede tener, el ejercicio de ordenar tarjetas sobre el aprendizaje de modelos conceptuales construidos con base en estructuras ontológicas jerárquicas. Esta práctica se ha utilizado con mayor énfasis en la medición de actitudes o “cognición cálida”, según expresión de Brown (1987) y en el estudio de la opinión o subjetividad (Brown, 1980) y se le conoce como Metodología Q. Aquí se diseña un agente de software – Agente Q - que se puede utilizar con hipertextos o con documentos impresos y se exploran sus aplicaciones a nivel del aprendizaje. Se llevan a cabo dos comparaciones principales: el efecto de usar o no el Agente Q , el efecto del Agente Q en ambientes hipertextuales frente a su uso con documentos impresos. También se estudia el valor predictivo de los puntajes con el Agente

¹ Esta publicación es resultado de la investigación titulada: “Agente Q para estructuración de sistemas conceptuales: validación en entornos hipertextuales y textuales”, financiada por la Universidad Pedagógica Nacional, como resultado de convocatoria interna según Código No DTE-011-02. En ella colaboraron como auxiliares de investigación Johanna Andrea Ruiz Anzola, María Azucena López Aranguren, María Cristina Bohórquez Sotelo, Nilson Genaro Valencia Vallejo y Ricardo Arturo Lugo Larrotta, estudiantes del Magíster en Tecnologías de la Información de la Universidad Pedagógica Nacional.

* Profesores Universidad Pedagógica Nacional.

Q y con relación a los puntajes en pruebas de competencias cognitivas. Se desarrollan tres experimentos con estudiantes de noveno grado y los datos son analizados mediante modelos de análisis de varianza y regresión múltiple. Los resultados muestran efectos significativos del uso del Agente Q y los puntajes en los juegos con el Agente Q son predictores de los puntajes en la prueba de competencias. Los efectos tienden a ser superiores con hipertextos que con documentos impresos. Se interpretan los resultados desde la perspectiva de los sistemas de aprendizaje autónomo regulados por información y el aprendizaje significativo.

Palabras claves: Ambientes de aprendizaje, Agentes de Software, Ontologías, Metodología Q, Aprendizaje de Conceptos, Aprendizaje de Modelos Conceptuales, Aprendizaje Autónomo, Software Educativo.

ANTECEDENTES

La primera versión de Metodología Q, con el nombre de Análisis de Factores fue presentada por Stephenson (1933a). Se centra en determinar las similitudes estadísticas de los ordenamientos de expresiones hechos por distintas personas, los cuales son subjetivos en tanto se considera que reflejan el punto de vista particular de cada participante respecto al dominio de las expresiones analizado. Juicios estéticos, interpretación de poesía, percepciones sobre el clima organizacional, actitudes políticas, apreciaciones sobre servicios de salud, perspectivas sobre la vida personal o grupal son ejemplos de dominios a los cuales se ha aplicado esta aproximación conceptual y metodológica

La metodología Q consiste en tomar ideas de una teoría y expresarlas en proposiciones, cada una de las cuales se escribe en una tarjeta (Kerlinger, 1973). Se pide a los sujetos que clasifiquen estas tarjetas en grupos siguiendo algún criterio, como, por ejemplo, el nivel de acuerdo o desacuerdo. A la ordenación resultante se le denomina **clasificación Q** y asocia un lugar único (un número) a cada tarjeta – ordenación simple, Tabla 1 – o un conjunto de tarjetas a cada lugar o número – ordenación por rango, Tabla 2 –

Tabla 1: Ordenación Simple

| | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarjeta | I | C | D | B | H | F | G | E | A |
| Lugar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

La ordenación por rango de las tarjetas que contienen los reactivos (estímulos, afirmaciones, palabras individuales, frases, fotografías, composiciones musicales etc.) sobre un asunto de interés es la más frecuente. Los valores numéricos asignados a los subconjuntos de tarjetas se usan para desarrollar análisis estadísticos. En una ordenación simple como la ilustrada en la Tabla 1, el lugar 9 mostraría la máxima puntuación que se interpretaría, si el criterio de ordenación es el nivel de acuerdo, en términos de que el sujeto valora la tarjeta A al máximo nivel y la tarjeta I al mínimo nivel y así sucesivamente.

Tabla 2: Ordenación por rango

| | | | | |
|----------------------|---------|------|---------------|------|
| Valor o Rango | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tarjetas | A, J, K | B, C | E, Z, X, D, G | E, L |

En una ordenación por rangos como la presentada en la Tabla 2, el mayor nivel de aceptación estaría asignado a las tarjetas E y L y el mínimo a las A, J y K.

Un método muy sistemático de hacer los ordenamientos consiste en hacer particiones secuenciales. Por ejemplo, si tenemos 16 tarjetas, se le pide al sujeto que tome de la pila de a dos tarjetas y coloque a su derecha aquella con la que está más de acuerdo y a su izquierda la otra. Luego procede de la misma manera con los dos subconjuntos formados y así sucesivamente por el número de particiones programadas. La Tabla 3 ilustra este proceso con 16 tarjetas y tres particiones.

Tabla 3: Sistema de particiones secuenciales en un ordenamiento Q

| | | | | | | | | |
|------------------|--|-----|-----------|------|---------------------|------|-----------|-------|
| Partición | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16 | | | | | | | |
| 1 | 1,5,6,7,9,11,13,14 | | | | 2,3,4,8,10,12,15,16 | | | |
| 2 | 1,6,7,11 | | 5,9,13,14 | | 2,3,10,12 | | 4,8,15,16 | |
| 3 | 1,11 | 6,7 | 9,13 | 5,14 | 2,10 | 3,12 | 4,8 | 15,16 |
| Valor | -4 | -3 | -2 | -1 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Con base en los datos de los ordenamientos hechos, se pueden comparar parejas de sujetos utilizando la fórmula de correlación producto momento:

Tabla 4: Comparación de sujetos utilizando la correlación producto-momento.

| | | | | |
|----------------|----|----|----|----|
| Sujetos | A | B | C | D |
| A | 1 | .9 | .5 | .2 |
| B | .9 | 1 | .4 | .1 |
| C | .5 | .4 | 1 | .8 |
| D | .2 | .1 | .8 | 1 |

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

Donde r es la correlación; x , y son las desviaciones de los puntajes de los dos sujetos con relación a la media.

Dado que el conjunto de tarjetas es cerrado y las categorías fijas, sucede que el denominador es siempre el mismo para cualquier ordenamiento que se haga de ese conjunto de tarjetas con los rangos definidos y además, $\sum x^2 = \sum y^2$; pues, para conjuntos cerrados como éste, con el mismo número de elementos la sumatoria de los cuadrados de las desviaciones con respecto a la media tienen el mismo valor, cualquier sea la distribución de los valores de entrada. Esto hace que para cada comparación entre parejas de sujetos el determinante sea el numerador. Esta circunstancia del cálculo de la correlación convierte a la metodología Q en una versión especial de la aplicación de la correlación. Aquí no se estudian poblaciones ni interesa la validez externa del estudio, sino las similitudes entre individuos. Esta fue una de las críticas iniciales a esta metodología desde la perspectiva de la psicometría clásica en enfoques como los de Cronbach and Gleser (1954). La Tabla 4 muestra una comparación hipotética de cuatro sujetos. Mientras A tiene valoraciones muy similares a las de B, y C con respecto a D, las diferencias son muy notorias entre A y D y entre B y D.

En la construcción de los reactivos o tarjetas hay dos métodos: estructurado y no estructurado. Cuando la aproximación no es estructurada se toma un tópico o tema y se formulan las proposiciones de tal manera que representen las diferentes posturas y matices de posiciones frente al tema. Por otra parte, en el acercamiento estructurado, se consideran las combinaciones de posibles factores que puedan afectar la posición de los sujetos que ordenan las tarjetas para incluirlos en la formulación de las proposiciones, lo cual da pie para variantes metodológicas en el análisis de datos como, por ejemplo, el uso de métodos factoriales.

John Atkinson (1992) desarrolla un programa de computador de dominio público que permite incorporar fácilmente los datos (Q-Clases) que se recogen como “pilas de números”, computa las Inter-correlaciones entre las clases Q, y desarrolla el análisis factorial. Los factores que resultan se pueden rotar analíticamente (Varimax), con criterios y con la ayuda de diagramas de dos dimensiones.

Las aplicaciones de metodología Q en el ámbito educativo no han sido muy frecuentes. Kerlinger (1973) refiere una aplicación de esta metodología para evaluar la eficacia de un programa de entrenamiento comparando los ordenamientos de las personas entrenadas con los criterios de aprendizaje definidos para el entrenamiento. Una correlación alta en la comparación sería indicador de eficacia del programa.

El método estructurado de construcción de tarjetas fue utilizado en Gómez, Maldonado y Vanegas (1985). Tres conceptos - autoridad, libertad y aprendizaje - se cruzan con tres contextos – institucional, individual y social – para construir el sistema de tarjetas configurando un modelo conceptual con sus respectivas definiciones. Para el cruce de cada concepto con cada contexto se formulan cuatro proposiciones para un total de 36 tarjetas – arreglo matricial 3×3 -. Se seleccionaron dos poblaciones: maestros y estudiantes y en concordancia se definieron dos muestras y se aplicó la batería de tarjetas. Cada ordenamiento individual permite asignar puntajes en cada cruce de conceptos con contextos. Con base en estos puntajes se caracterizan las inclinaciones del grupo de profesores y del

grupo de estudiantes. Luego, mediante análisis factorial de varianza se determina si hay efectos significativos de las variables conceptos, contextos y categoría de quienes responden sobre la valoración. Este es un ejemplo de aplicación de metodología Q a la identificación y contrastación de los sistemas estructurados de valores. Los contrastes de mayor interés por parte de los profesores por la autoridad y de los estudiantes por la libertad sirvieron de base para explicar algunas disfunciones de sistemas educativos particulares y para orientar acciones educativas institucionales.

Quintero (2002) desarrolla una investigación que valida un programa de computador construido para aplicaciones al campo de la formación de valores éticos con estudiantes de educación media. Toma como dominio de estudio las actitudes sobre el derecho a la igualdad y el derecho a un ambiente sano y las relaciona con la orientación interna o externa de los sujetos. Construye, en consecuencia, un conjunto estructurado de tarjetas en arreglo 2x2. En la actitud orientada internamente, el sujeto atribuye el éxito de sus acciones a su esfuerzo y factores personales y en la orientada externamente, a fuerzas externas diferentes a él. Un programa de computador administra las tarjetas en particiones secuenciales y procesa la información. La investigación compara ordenamientos individuales con ordenamientos hechos en grupos de 2 y 4 personas. Introduce, en consecuencia el factor negociación como elemento de estudio. Analiza la similitud de los ordenamientos de los individuos con los ordenamientos que resultan de las negociaciones para identificar dimensiones de liderazgo y ordenamientos antes y después de la negociación para identificar el efecto que ésta tiene sobre las actitudes de los individuos. La negociación muestra efecto significativo en los valores de los participantes y quienes tienen orientación externa son más afectados por este proceso que quienes tienen mayor orientación interna. La perspectiva de la metodología Q en ambientes computacionales sugiere posibilidades de amplia aplicación, pues permite tanto el trabajo individual, la reflexión sobre sistemas construidos y el ejercicio de la argumentación en la negociación con pares. Se concluye que un sistema como éste, genera diálogo, reflexión, negociación y posiblemente se pueden identificar líderes, porque las personas que tienen mayor claridad en determinado tema, tienden a convencer con sus criterios.

En las concepciones anteriores se evidencian aplicaciones de la metodología Q en diversos dominios de conocimiento orientados a analizar sistemas de valores, pero no se encuentran trabajos que la estudien en el aprendizaje como activador de este proceso.

2. DESARROLLO DE COMPETENCIAS COGNITIVAS

Centro de interés de esta investigación es la explicación del desarrollo de competencias cognitivas. Específicamente intentamos relacionar el efecto de ejercicios de ordenación Q de tarjetas sobre el desarrollo de la competencia de hacer inferencias. El dominio de las tarjetas corresponde al contenido de un hipertexto organizado siguiendo un esquema de ontología jerárquica (Winston, 1994).

Entendemos por ontología un sistema específico de representación de entidades del mundo. Ejemplos de ontologías son: la organización jerárquica de clases y subclases (ontología jerárquica), la representación en sistemas y subsistemas (ontología sistémica), la

organización de sistemas de sucesión temporal (sistemas cronológicos) y las cadenas causales.

La distinción entre modelo mental y conceptual es pertinente cuando relacionamos ontologías y aprendizaje. Los modelos mentales son análogos estructurales de estados de cosas, eventos u objetos del mundo. Las personas operan cognitivamente con modelos mentales. Por ejemplo, entender el producto interno bruto o el arte geométrico, implica tener un modelo mental del sistema que le permite a la persona que lo construye explicarlo y hacer previsiones con respecto a él.



Los modelos conceptuales, por otra parte, son proyectados por científicos o profesores para facilitar la comprensión de los dominios de conocimiento que se estén aprehendiendo. Son representaciones codificadas que vinculan estructuras ontológicas de manera coherente.

El triángulo de la significación (Ilustración1) relaciona el modelo mental o concepto, el símbolo y la entidad representada. En el ejercicio del aprendizaje y en el de enseñar se centran en la construcción de significados y representaciones simbólicas (Sowa, 2000).

Tenemos la hipótesis de que las ontologías facilitan la construcción de modelos mentales del mundo. En esta investigación pretendemos indagar si la práctica de ordenamientos Q hace que los estudiantes construyan modelos mentales que se asemejen al modelo conceptual usado por los expertos que diseñaron el material de estudio.

SUPUESTOS Y DEFINICIONES SOBRE COMPETENCIA

La competencia es una categoría pensada desde la formación de los sujetos en diferentes dimensiones de su desarrollo. Está referida básicamente a potencialidades y capacidades. Las competencias se definen en términos de "las capacidades con que un sujeto cuenta para". Una característica básica de la noción de competencia es que sólo se visualiza a través de desempeños, o acciones específicas, sea en el campo social, cognitivo, ético, cultural,

estético, o físico. (NBEET, 1995) le da al término “competencia” la connotación de habilidad necesaria para operar en el mundo, lo cual incluye, por supuesto las dimensiones del pensamiento.

Los instrumentos de evaluación buscan establecer, a través de los desempeños de los estudiantes, el nivel de desarrollo de las competencias definidas para cada área de acuerdo con el marco conceptual.

ESTRATEGIAS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En esta investigación los estudiantes trabajan con una estructura única de problema: dadas dos tarjetas, seleccionar la que cumple una condición. Nos encontramos con una clase de problema de decisión. Partimos de la concepción según la cual el aprendizaje se refleja en la capacidad de los sujetos para actuar de acuerdo a la estructura del entorno. Por tanto, el aprendizaje es contrario al comportamiento aleatorio. En la medida en que se consolida el aprendizaje, el nivel de entropía se reduce; pero, además, el nivel de eficacia del comportamiento para controlar el entorno se incrementa. La información sobre los resultados de las propias respuestas se convierte, para quien aprende, en regulador de la evolución de su propio modelo mental del mundo. Este modelo, denominado espacio del problema, evoluciona a través del tiempo y en la medida en que información relevante del entorno es incorporada al modelo.

En el caso de los problemas planteados para los tres dominios de conocimiento considerados en este trabajo (Geografía, Arte e Historia de los Objetos), la actividad consiste en analizar imágenes y textos, buscando que el sujeto genere su aprendizaje mediante la clasificación y relación de dos premisas presentadas en el mismo ambiente mediante la relación **es_un** de la ontología jerárquica.

Se espera que el aprendizaje sea significativo en la medida en que el alumno relacione el planteamiento del problema con las representaciones del hipertexto y desarrolle estrategias efectivas para hacerlo. Una estrategia hace referencia a un patrón de decisiones de adquisición, retención y utilización de la información que sirve para lograr objetivos, es decir, para asegurarse que se den ciertos resultados y no se produzcan otros. La característica de la estrategia es que una vez dominada puede ser aplicada en una extensa variedad de circunstancias. La estrategia fuerte tiene como principio lograr la transferencia directa y ésta parece depender de la comprensión y el reconocimiento de los requisitos de la tarea. El hecho de trabajar con una misma estructura de problema hipotéticamente permite generar estrategias fuertes de aprendizaje en las condiciones del estudio.

3. AGENTE Q

Un agente es un sistema computarizado que se alimenta de conceptos aplicados usualmente por humanos y tiene el poder de actuar sobre un ambiente. Para Franklin & Graesser (1996), un agente autónomo hace parte del ambiente y actúa sobre éste.

El Agente Q actúa en un hipertexto, del cual es capaz de identificar su estructura ontológica, construir una tarjeta para cada nodo y organizar estas tarjetas en una pila. Tres programas:

Hipertexto, Agente Q y Evaluador integran el ambiente de aprendizaje diseñado, cuya función es orientar y guiar la actividad mental constructiva de los alumnos (Ilustración 2).

La ontología jerárquica que utiliza el Agente Q en esta versión es equivalente a una taxonomía o un espacio semántico; define un conjunto de clases y las relaciones jerárquicas entre ellas (Woods,1975; Smith, 1985). Las ontologías jerárquicas son particularmente importantes en la comprensión y construcción de léxico y gramática de sublenguajes en áreas especiales de experticia.

El rol de una ontología es actuar como un metamodelo (modelo de un modelo). Un modelo usualmente se construye en el computador como una abstracción del objeto real. Una

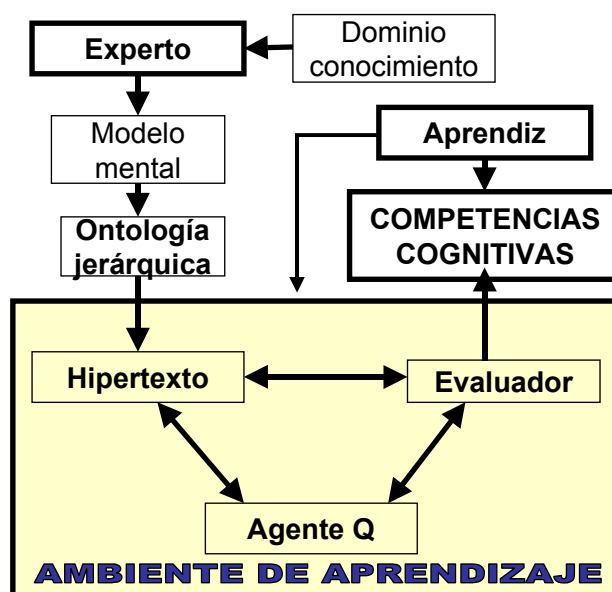


Ilustración 2: Modelo Estructural del ambiente experimental del agente Q.

ontología suministra conceptos y relaciones para estructurar bloques del modelo. Los axiomas dan restricciones semánticas entre los conceptos. De esta forma, una ontología especifica los modelos para construir directrices y restricciones que puedan satisfacerse. La función de una ontología se visualiza a nivel de un metamodelo (Mizoguchi, Sinitsa and Ikeda,1996).

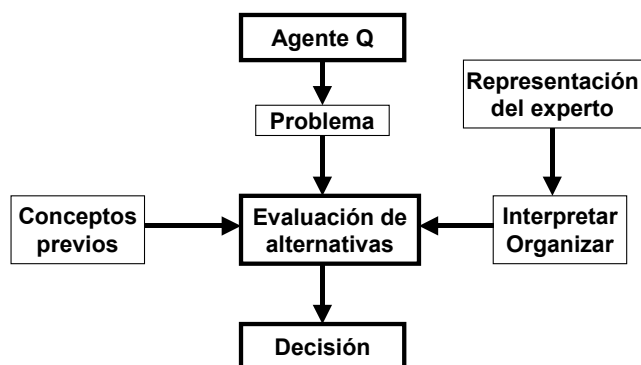


Ilustración 3. Interacción del agente Q.

Si un nodo se vincula con otro mediante la relación **padre**, el primero es instancia del segundo que está a un nivel superior en la jerarquía. Padre e instancia son relaciones inversas. En la red todos los nodos tienen padre, menos el primero que ocupa el nivel superior. Todos pueden tener instancias y cada una de éstas expande la red.

El agente Q identifica el padre de cada nodo con sus respectivas instancias o hijos si es que existen y determina el nivel jerárquico al que pertenecen. Lo que significa que el agente Q realiza una identificación completa de la estructura de representación que el experto dio al tema objeto de estudio.

El agente Q plantea al usuario la tarea de hacer un ordenamiento jerárquico de los nodos, presentándole dos tarjetas que contienen el nombre de los nodos tomados aleatoriamente por el software. El sujeto debe escoger la tarjeta que considera cumple con la relación de instancia, respecto a un tercer nodo. La tarjeta seleccionada es eliminada de la pila y continúa con otra. Una vez agota la pila de tarjetas, el Agente Q muestra el puntaje que calcula con base en la correlación o similitud entre el ordenamiento ideal o del experto y el ordenamiento del sujeto (Ilustración 3).

ANALISIS DE DATOS

Primer Experimento: Efecto comparativo del uso del Agente Q con hipertexto electrónico y texto impreso como fuentes de información

En esta investigación interesa conocer si la fuente de información condiciona los efectos del Agente Q sobre la comprensión de documentos. Con este propósito comparamos dos grupos de estudiantes: uno de ellos estudió tres hipertextos en formato digital, usando el Agente Q, en tres sesiones y días diferentes; en paralelo, un segundo grupo hizo lo mismo, con la única diferencia de que usaba como fuente de información el mismo hipertexto impreso.

Los sujetos fueron estudiantes del grado noveno del mismo colegio y fueron asignados aleatoriamente – selección de nombres por sorteo – a cada una de las condiciones experimentales. Se dispuso una sala de computadores para cada condición experimental y a

cada estudiante se le asignó un equipo. El trabajo de desarrolló de manera individual y en silencio.

El dominio de conocimiento estuvo constituido por el contenido de tres hipertextos elaborados y probados en investigaciones previas. Con base en éstos se elaboraron documentos impresos organizados en forma de cartillas. El Primero sobre el tema Geografía Física de Colombia, el segundo sobre Arte y Diseño, y el tercero sobre Historia de la Grúa. El módulo de geografía es considerado como módulo de entrenamiento en el uso del sistema, sin embargo, se presentan los datos en tanto los estudiantes siguieron el mismo procedimiento de los otros dos módulos.

Al final de cada sesión se les aplicó una prueba de 30 preguntas, administrada por el computador, que requerían al estudiante hacer inferencias a partir de premisas. Se consideraron tres niveles de inferencia tomando como patrón para la formulación de las preguntas el árbol que expresaba la red semántica estructurada o sistema de marcos. Se formularon 10 preguntas por cada nivel de profundidad de las inferencias. El computador informó a los estudiantes el resultado de la prueba, una vez terminaban de resolverla.

Los resultados de este experimento se presentan en la Tabla 5.

Agente Q con Hipertextos y con Documentos Impresos

Tabla 5: Síntesis de resultados que contrastan el uso del Agente Q con Hipertexto (Grupo A) y con Texto Impreso (Grupo B) en el segundo experimento. El prefijo Geo se refiere al módulo de Geografía de Colombia; el prefijo Rayo, al módulo de arte: el prefijo Grú.

| | Media A: Hptxt (n=28) | Desviación Estándar A | Media B: Impreso (n=29) | Desviación Estándar B | Valor F (1,59) | p< |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|------|
| GEOG1 | 5.92 | 2.29 | 6.30 | 1.96 | 0.55 | 0.46 |
| GEOG2 | 6.00 | 2.29 | 5.87 | 2.07 | 0.046 | 0.82 |
| GEOG3 | 4.43 | 1.81 | 4.64 | 1.88 | 0.19 | 0.66 |
| GEOGTOT | 16.35 | 4.98 | 16.84 | 4.90 | 0.149 | 0.77 |
| RAYO1 | 4.10 | 1.59 | 4.03 | 2.41 | 0,02 | 0.88 |
| RAYO2 | 5.96 | 2.21 | 2.87 | 2.43 | 26.38 | 0.00 |
| RAYO3 | 2.25 | 1.4 | 3.02 | 1.7 | 3,67 | 0.6 |

| | Media A: Hptxt (n=28) | Desviación Estándar A | Media B: Impreso (n=29) | Desviación Estándar B | Valor F (1,59) | p< |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------|
| RAYOTOT | 12.32 | 3.77 | 9.76 | 4.57 | 5.57 | 0.0216 |
| GRÚA1 | 4.89 | 2.02 | 3.60 | 2.17 | 5.64 | 0.02 |
| GRÚA2 | 4.17 | 2.53 | 3.48 | 2.12 | 1.35 | 0.25 |
| GRÚA3 | 3.96 | 1.95 | 3.96 | 1.61 | 0.0 | 0.99 |
| GRÚATOT | 13.02 | 5.10 | 11.02 | 4.37 | 2.65 | 0.10 |
| GRNDTNV1 | 14.92 | 5.0 | 13.96 | 3.75 | 0.73 | 0.39 |
| GRNDTNV2 | 16.14 | 5.63 | 12.24 | 3.98 | 9.96 | 0.002 |
| GRNTNV3 | 10.64 | 2.99 | 11.63 | 3.33 | 1.47 | 0.23 |

La Tabla 5 resume los principales parámetros del análisis de varianza aplicado a cada una de las variables dependientes en las tres unidades. La presentación siguiendo la secuencia temporal del experimento permite visualizar el efecto mismo del desarrollo de los hábitos para manejar los programas de computador.

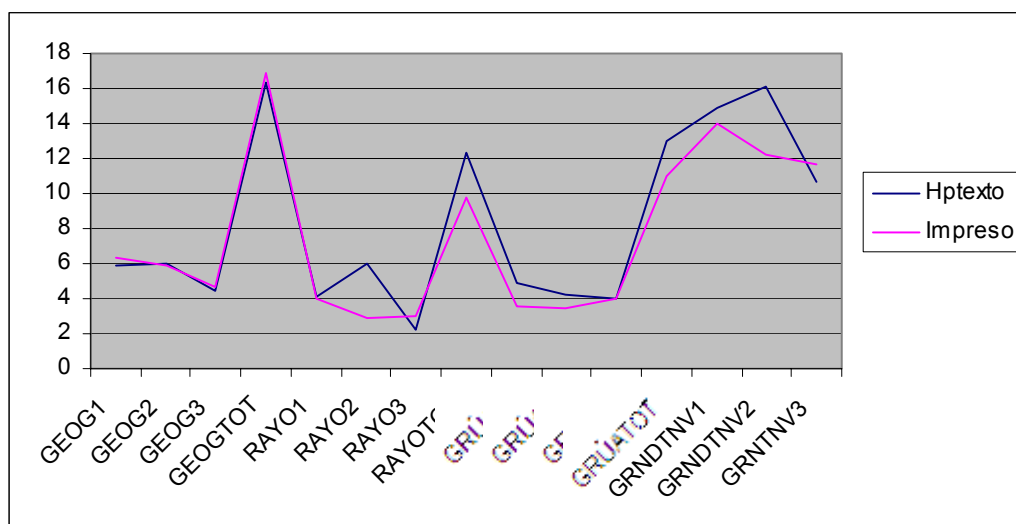


Ilustración 2: Comparación de las medias del grupo que usa Hipertexto con Agente Q y del que usa Impresos con Agente Q en las diferentes mediciones del segundo experimento.

La tendencia dominante de los resultados muestra que el efecto de usar el Agente Q tiene efectos similares tanto con Hipertextos como con Documentos Impresos. Pero, por otra parte, con el hipertexto los estudiantes que usan Agente Q tienden a rendir mejor que con

| Regression Summary for Dependent Variable: NIVEL1 | | | | | | |
|---|----------|------------------|------------------|---------------|---------------------------|-----------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= | .34758992 | R ² = | .12081875 | Adjusted R ² = | .08024116 |
| | F(3,65)= | 2,9775 | p< | .03786 | Std.Error of estimate: | 2,1346 |
| N=69 | | | | | | |
| | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(65) | p-level |
| Intercept | | | -78,7266 | 54,08624 | -1,45558 | .150323 |
| GRUPO | .178926 | .117820 | .7914 | .52115 | 1,51864 | .133701 |
| NJUEGOS | .158306 | .118781 | .1489 | .11174 | 1,33275 | .187266 |
| MEDJUEG | .258744 | .117657 | .2811 | .12783 | 2,19915 | .031431 |
| Regression Summary for Dependent Variable: NIVEL2 | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= | .36097051 | R ² = | .13029971 | Adjusted R ² = | .09015969 |
| | F(3,65)= | 3,2461 | p< | .02745 | Std.Error of estimate: | 2,1053 |
| N=69 | | | | | | |
| | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(65) | p-level |
| Intercept | | | -39,5115 | 53,34295 | -,740706 | .461539 |
| GRUPO | .094101 | .117183 | .4127 | .51399 | .803029 | .424885 |
| NJUEGOS | .311980 | .118139 | .2910 | .11021 | 2,640779 | .010348 |
| MEDJUEG | .147481 | .117021 | .1589 | .12607 | 1,260304 | .212066 |
| Regression Summary for Dependent Variable: NIVEL3 | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= | .27524296 | R ² = | .07575869 | Adjusted R ² = | .03310139 |
| | F(3,65)= | 1,7760 | p< | .16047 | Std.Error of estimate: | 1,8598 |
| N=69 | | | | | | |
| | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(65) | p-level |
| Intercept | | | | | | |
| GRUPO | | | | | | |
| NJUEGOS | | | | | | |
| MEDJUEG | | | | | | |

Ilustración 3: Unidad de Geografía o módulo de entrenamiento. Análisis de regresión de los factores Grupo, Número de Juegos y Media de Puntajes en los Juegos sobre la variable dependiente discriminada en tres niveles.

documentos impresos. En efecto hay diferencias significativas en la medición de nivel 1 de inferencia en el módulo de historia de la grúa y en el módulo de Arte Geométrico que no se dieron en el primer experimento.

La superioridad de la condición de Hipertexto es evidente en los puntajes totales del módulo de Arte Geométrico y en el puntaje total para el nivel 2 de profundidad. Cuando las diferencias son significativas, los resultados son superiores en la condición de uso de hipertexto.

De tal manera que se puede afirmar que una vez pasada la etapa de entrenamiento en el módulo de geografía, en los dos siguientes módulos los estudiantes tienden a mostrar valores más altos en las mediciones de la variable dependiente cuando combinan el Agente Q con Hipertexto que cuando lo combinan con Impresos.

Análisis de la frecuencia de uso del Agente Q y del Puntaje en cada Juego

Dado que los sujetos pueden usar el Agente Q las veces que deseen y el computador establece una correlación entre el ordenamiento de tarjetas que hace el sujeto y el que hizo el experto que construyó el hipertexto o el documento escrito, nos preguntamos si hay

relación entre el número de veces que el estudiante juega y el promedio de los puntajes que obtiene. Para responder a esta pregunta usamos un análisis de regresión múltiple juego por juego, en el cual los predictores que se introducen son: Grupo, Número de veces que juega y Media de los puntajes en los juegos.

Módulo de Entrenamiento

La regresión múltiple aplicada a la variable dependiente Nivel 1 en el módulo de Geografía, el cual sirvió de módulo de entrenamiento, muestra que la relación t para 65 grados de libertad es mayor que la unidad, pero sólo la variable Media de los puntajes muestra una relación significativa (Ilustración 3). Al tomar como variable dependiente el Nivel 2 de Inferencia, sólo el Número de Juegos es predictor significativo de la variable dependiente. Para el tercer Nivel de la variable dependiente ninguno de los predictores muestra una relación significativa.

Si se toma como variable dependiente el puntaje total que cubre los tres niveles, el valor de F para la regresión es ($F(3,65)=3.8092$, $p=0.014$). El número de juegos es el predictor más significativo ($t(65)=2.37$, $p=0.022$) y el promedio está cerca al nivel de significación ($t(65)=1.894$, $p=0.062$). El signo positivo de los valores de la razón t y del coeficiente Beta indican una relación directa de las variables número de juegos y promedio en los juegos con la variable dependiente. Es importante anotar que en el módulo de entrenamiento, no se puede esperar que estas relaciones estén consolidadas, pues están en la etapa más temprana de adaptación de los usuarios al ambiente de aprendizaje.

Módulo de Arte Geométrico

| Regression Summary for Dependent Variable: RYNIVEL1 | | | | | | |
|---|--|------------------|----------|---------------|----------|---------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,24304103 R ² = ,05906894 Adjusted R ² = ,01426270 F(3,63)=1,3183 p<,27632 Std.Error of estimate: 1,7721 | | | | | |
| N=67 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(63) | p-level |
| Intercept | | | 47,36155 | 45,90111 | 1,031817 | ,306103 |
| GRUPO | -,123001 | ,125719 | -,43585 | ,44548 | -,978383 | ,331627 |
| RYNJUEGO | ,071264 | ,129360 | ,03335 | ,06054 | ,550897 | ,583653 |
| RYMEDJUE | ,246177 | ,130151 | ,19312 | ,10210 | 1,891479 | ,063159 |

| Regression Summary for Dependent Variable: RYNIVEL2 | | | | | | |
|---|--|------------------|----------|---------------|----------|---------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,56989168 R ² = ,32477652 Adjusted R ² = ,29262303 F(3,63)=10,101 p<,00002 Std.Error of estimate: 2,2762 | | | | | |
| N=67 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(63) | p-level |
| Intercept | | | 314,0529 | 58,95702 | 5,32681 | ,000001 |
| GRUPO | -,560489 | ,106499 | -3,0114 | ,57219 | -5,26284 | ,000002 |
| RYNJUEGO | -,001655 | ,109584 | -,0012 | ,07776 | -,01510 | ,987997 |
| RYMEDJUE | ,225623 | ,110253 | ,2684 | ,13114 | 2,04641 | ,044894 |

| Regression Summary for Dependent Variable: RYNIVEL3 | | | | | | |
|---|--|------------------|----------|---------------|----------|---------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,33586282 R ² = ,11280384 Adjusted R ² = ,07055640 F(3,63)=2,6701 p<,05506 Std.Error of estimate: 1,6766 | | | | | |
| N=67 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(63) | p-level |
| Intercept | | | -89,6457 | 43,42703 | -2,06428 | ,043114 |
| GRUPO | ,256036 | ,122077 | ,8840 | ,42147 | 2,09734 | ,039982 |
| RYNJUEGO | ,183072 | ,125612 | ,0835 | ,05728 | 1,45744 | ,149962 |
| RYMEDJUE | ,063148 | ,126380 | ,0483 | ,09660 | ,49967 | ,619050 |

Ilustración 4: Unidad de Arte Geométrico. Análisis de regresión de los factores Grupo, Número de Juegos y Media de Puntajes en los Juegos sobre la variable dependiente discriminada en tres niveles.

En el segundo módulo, sobre Arte Geométrico, el factor grupo muestra una fuerte influencia sobre los resultados en los niveles dos y tres, lo cual ya se mostró mediante el análisis de varianza. El puntaje promedio muestra influencia significativa en el segundo nivel y está muy cerca del nivel de significación en el nivel 1 de la variable dependiente – Ilustración 4 -. El número de veces que juega no es predictor significativo de la variable dependiente. El signo del coeficiente Beta y de la relación t asociado con la variable independiente promedio en los juegos es positivo. Es decir que quienes tienen mejor promedio tienden a rendir mejor en la evaluación de aprendizaje.

Tomando como variable dependiente el puntaje total que cubre los tres niveles, el valor F para la regresión es $F(3,63)=3.28$, $p=0.0263$. La variable grupo tiene el valor más significativo $t(63)=-2,71727$, $p=0.008$. El promedio en los juegos es también predictor significativo $t(63)=2.095$, $p=0.04$. El número de veces que juega el estudiante no es predictor significativo.

Módulo de Historia de la Grúa

| Regression Summary for Dependent Variable: GRNIVEL1 | | | | | | |
|---|--|------------------|----------|---------------|----------|---------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,52859615 R ² = ,27941389 Adjusted R ² = ,24277392 F(3,59)=7,6259 p<,00022 Std.Error of estimate: 1,8898 | | | | | |
| N=63 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(59) | p-level |
| Intercept | | | 166,2063 | 50,17279 | 3,31268 | ,001582 |
| GRUPO | -,375630 | ,114035 | -1,6204 | ,49191 | -3,29400 | ,001673 |
| GRNJUEGO | ,076573 | ,111652 | ,1421 | ,20722 | ,68582 | ,495511 |
| GRMEDJUE | ,465011 | ,113383 | ,5093 | ,12418 | 4,10123 | ,000128 |
| Regression Summary for Dependent Variable: GRNIVEL2 | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,29590993 R ² = ,08756269 Adjusted R ² = ,04116757 F(3,59)=1,8873 p<,14156 Std.Error of estimate: 2,2464 | | | | | |
| N=63 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(59) | p-level |
| Intercept | | | 97,84751 | 59,64154 | 1,64059 | ,106203 |
| GRUPO | -,207128 | ,128320 | -,94387 | ,58475 | -1,61415 | ,111832 |
| GRNJUEGO | ,180246 | ,125639 | ,35339 | ,24633 | 1,43463 | ,156672 |
| GRMEDJUE | ,207169 | ,127587 | ,23968 | ,14761 | 1,62374 | ,109762 |
| Regression Summary for Dependent Variable: GRNIVEL3 | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,20497619 R ² = ,04201524 Adjusted R ² = ----- F(3,59)=,86254 p<,46566 Std.Error of estimate: 1,7418 | | | | | |
| N=63 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(59) | p-level |
| Intercept | | | 6,298001 | 46,24463 | ,136189 | ,892136 |
| GRUPO | -,008034 | ,131484 | -,027705 | ,45340 | -,061105 | ,951482 |
| GRNJUEGO | -,123125 | ,128737 | -,182674 | ,19100 | -,956411 | ,342767 |
| GRMEDJUE | ,158293 | ,130733 | ,138582 | ,11445 | 1,210811 | ,230796 |

Ilustración 5: Unidad de Historia de la Grúa. Análisis de regresión de los factores Grupo, Número de Juegos y Media de Puntajes en los Juegos sobre la variable dependiente discriminada en tres niveles.

El análisis de regresión en el módulo de Historia de la Grúa para el primer nivel de la variable dependiente muestra como predictores muy significativos tanto a la variable Grupo como a la Media de puntajes en los juegos con el Agente Q – Ilustración 5 -. Para el segundo nivel la mayor influencia la tienen estos dos factores pero su relación con la variable dependiente no es significativa. Para el tercer nivel las relaciones no son significativas y el factor de mayor influencia es el Promedio en los juegos con el Agente Q. El coeficiente Beta y una razón t tienen signo positivo

Finalmente, si tomamos el total de los tres niveles, el análisis de regresión múltiple –F(3,59) = 3.99, p=0.011 - muestra que el factor grupo – t(59) = -2.24, p=0.028 - y el promedio de los puntajes en los juegos con el Agente Q – t(59) = 3.050, p= 0.003 - se asocian de manera significativa con los valores de la variable dependiente -. Los estudiantes que usaron como fuente de información el hipertexto obtuvieron resultados significativamente superiores.

Comparación del número de juegos con los hipertextos y los materiales impresos

Una posible explicación de las diferencias entre los estudiantes que usaron hipertextos y los que usaron impresos se podría encontrar en el número de juegos o en el promedio de puntajes en los juegos de los dos grupos. Para analizar esta posible explicación se presenta la Tabla 7. El promedio de Número de juegos y el promedio en puntajes en los módulos de Arte Geométrico e Historia de la Grúa son similares en los dos grupos de estudiantes, aunque tienden a ser levemente superiores en los estudiantes que usan impresos. Estos resultados nos llevan a descartar esta explicación como válida en este caso.

Tabla 7: Promedio de Juegos y Promedio de Puntajes en los juegos y nivel de significación de las diferencias.

| | No Juegos Hipertextos | No Juegos Impresos | Valor p | Media Juegos Hipertextos | Media Juegos Impresos | Valor p |
|-------------|-----------------------|--------------------|-------------|--------------------------|-----------------------|-------------|
| Rayo | 5.57 | 6.47 | 0.34 | 7.12 | 7.84 | 0.19 |
| Grúa | 2.63 | 2.90 | 0.35 | 6.79 | 7.62 | 0.09 |

Segundo Experimento: hipertextos con y sin Agente Q.

En un segundo experimento, nuestro interés es evaluar el efecto sobre la misma variable dependiente del uso de Agente Q en ambientes hipertextuales. Tres grupos de estudiantes de noveno grado- 103 participantes - se asignaron aleatoriamente a dos condiciones experimentales: en la una, estudiaban cada hipertexto en una sesión de dos horas y luego presentaban evaluación de su aprendizaje y, en la otra, estudiaban los mismos hipertextos con el Agente Q incorporado, durante el mismo tiempo y al final de cada sesión presentaban evaluación del aprendizaje. La prueba fue la misma para cada tema y la misma que se utilizó en el segundo experimento. Para evitar efectos de halo², en la primera semana se trabajó con los estudiantes con sólo hipertexto – dos horas diarias –, en tanto sus compañeros estudiaban otro software sobre derechos fundamentales con estructura muy diferente. Al terminar las tres sesiones y en la siguiente semana, los estudiantes del segundo grupo estudiaron los hipertextos con el Agente Q y quienes ya habían estudiado los hipertextos estudiaron el software sobre derechos fundamentales.

El módulo de geografía se tomó como módulo de entrenamiento y los datos no se toman en cuenta para el informe de la investigación.

Comparación de grupos mediante el análisis de varianza

A continuación presentamos la comparación de los grupos con base en el análisis de varianza de los resultados en los módulos Arte Geométrico e Historia de la Grúa (Tabla 8).

² Tendencia a evaluar un objeto o situación por la opinión general (Kerlinger 1973). El acceder a software es percibido por los estudiantes como posición favorable para el desempeño de sus tareas.

Tabla 8: Síntesis de resultados que contrastan mediante el análisis de varianza el uso del Agente Q con Hipertexto (Grupo AQHptxt) con solo Hipertexto (Grupo Hptxt) en el tercer experimento. El prefijo Rayo se refiere al módulo de arte: el prefijo Grúa al módulo de historia de la grúa.

| | Media A: AQHptxt (n=49) | Desviación Estándar A | Media B: Hptxt (n=54) | Desviación Estándar B | Valor F (1,101) | p< |
|----------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|---------------|
| RAYO1 | 3.71 | 1.63 | 4.09 | 1.85 | 1.20 | 0.27 |
| RAYO2 | 4.94 | 2.56 | 4.18 | 2.25 | 2.52 | 0.11 |
| RAYO3 | 3.20 | 1.75 | 2.30 | 1.47 | 8.12 | 0.005 |
| RAYOTOT | 11.71 | 4.15 | 10.57 | 3.98 | 2.01 | 0.15 |
| GRÚA1 | 4.57 | 2.02 | 3.82 | 1.86 | 4.91 | 0.05 |
| GRÚA2 | 4.32 | 2.50 | 3.29 | 1.92 | 5.65 | 0.019 |
| GRÚA3 | 4.28 | 1.80 | 3.89 | 2.04 | 1.07 | 0.30 |
| GRÚATOT | 13.10 | 4.72 | 11.017 | 3.97 | 6.15 | 0.0147 |

Los efectos positivos del uso del Agente Q se muestran en los dos módulos. Con excepción del primer nivel en el módulo de arte los resultados tienden a ser superiores en todas las mediciones. Son significativas las diferencias en el tercer nivel del módulo de arte, en los dos primeros niveles de historia de la grúa y en la prueba total de historia de la grúa.

Comparación mediante el Análisis de Regresión Múltiple

El modelo de análisis de regresión múltiple nos permite profundizar en las relaciones entre la variable independiente y la variable dependiente, como se hizo en los primeros experimentos. En efecto, el análisis de varianza nos permitió comparar dos grupos: uno que estudia los hipertextos sin el Agente Q y otro que los estudia con éste incorporado. El uso del Agente Q es cero en el primer caso y en el segundo los estudiantes lo usan las veces que deseen. El análisis de regresión nos permite incorporar en el análisis el número de veces que activaron el Agente y el promedio de puntaje que alcanzaron en los juegos. Esto quiere decir que si el Agente Q tiene efecto en el aprendizaje debe estar relacionado con el número de veces que se usa o con el puntaje alcanzado en los juegos.

Módulo de Arte

Cuando se toma como variable dependiente el nivel 1 de inferencia (Ilustración 6) la regresión puede con seguridad predecir los resultados – F de 3.91 ($p=0.01$) y las variables

| Regression Summary for Dependent Variable: RYNIVEL1 (rayo.sta) | | | | | | |
|--|--|------------------|----------|---------------|----------|---------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= .33185873 R ² = .11013021 Adjusted R ² = .08202906 F(3,95)=3,9191 p<,01098 Std.Error of estimate: 1,6382 | | | | | |
| N=99 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(95) | p-level |
| Intercept | | | -157,497 | 65,85945 | -2,39141 | ,018754 |
| GRUPO | ,461215 | ,188161 | 1,569 | ,64022 | 2,45117 | ,016068 |
| RYNJUEGO | -,169521 | ,163680 | -,135 | ,13080 | -1,03568 | ,302979 |
| RYMDJUEG | ,569911 | ,179455 | ,245 | ,07720 | 3,17578 | ,002015 |
| Regression Summary for Dependent Variable: RYNIVEL2 (rayo.sta) | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= .48494685 R ² = .23517345 Adjusted R ² = .21102103 F(3,95)=9,7371 p<,00001 Std.Error of estimate: 2,1606 | | | | | |
| N=99 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(95) | p-level |
| Intercept | | | -266,334 | 86,86078 | -3,06622 | ,002823 |
| GRUPO | ,542742 | ,174441 | 2,627 | ,84438 | 3,11132 | ,002460 |
| RYNJUEGO | ,026263 | ,151745 | ,030 | ,17251 | ,17307 | ,862961 |
| RYMDJUEG | ,805771 | ,166370 | ,493 | ,10182 | 4,84325 | ,000005 |
| Regression Summary for Dependent Variable: RYNIVEL3 (rayo.sta) | | | | | | |
| Continue... | R= .33339521 R ² = .11115236 Adjusted R ² = .08308349 F(3,95)=3,9600 p<,01044 Std.Error of estimate: 1,5899 | | | | | |
| N=99 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(95) | p-level |
| Intercept | | | 13,62080 | 63,91907 | ,213095 | ,831710 |
| GRUPO | -,033205 | ,188053 | -,10972 | ,62136 | -,176575 | ,860218 |
| RYNJUEGO | -,087336 | ,163586 | -,06778 | ,12695 | -,533883 | ,594670 |
| RYMDJUEG | ,368060 | ,179352 | 1,5376 | ,07493 | 2,052163 | ,042905 |

Ilustración 6: Análisis de regresión en el estudio de hipertextos con y sin Agente Q, Módulo de Arte. Efectos del grupo, número de juegos y promedio en el juego sobre la variable dependiente.

que están fuertemente asociadas con las variaciones de la variable dependiente son el Grupo y el Promedio de Puntajes en los juegos – ésta con mayor fuerza que la variable Grupo -, no así la variable número de juegos. Situación similar, pero más acentuada se encuentra cuando se toma como variable dependiente el Nivel 2 de inferencia ($F=9.73$ y $p=0.00001$). La regresión es también significativa para el tercer nivel de inferencia donde el factor que influye en las variaciones de la variable independiente es el Promedio del Puntaje obtenido en los juegos. La regresión es significativa para la sumatoria de puntajes de los tres niveles - $F(3,95)=10.928$, $p=0.00000$ - y las variable grupo - $t(95)=3.15$, $p=0.0021$ - y promedio en los juegos - $t(95)= 5.41$, $p=0.00000$ - tienen un efecto muy significativo sobre la variable dependiente. Las tendencias, por tanto, en esta unidad son muy consistentes.

Módulo historia de la Grúa

Los resultados encontrados en el módulo sobre Arte se replican de manera consistente en el módulo sobre Historia de la Grúa (Ilustración 7). Cuando se toman como variables dependientes los dos primeros niveles de inferencia, la regresión explica suficientemente las variaciones de las variables dependientes y la capacidad predictiva del Promedio en los juegos es mayor que la del factor Grupo. El número de veces que se juega no tiene tanta fuerza como las otras dos variables y su relación con las variables dependientes no es significativa. Con el tercer nivel de inferencia ninguna de las tres variables independientes se muestra como predictor significativo. Sin embargo, la variable que mayor relación muestra y explica una proporción notoria de la varianza sistemática ($t=1.55$, $p=0.12$) es el promedio en

| Regression Summary for Dependent Variable: GRNIVEL1 | | | | | | |
|---|---|------------------|----------|---------------|----------|---------|
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,47053624 R ² = ,22140435 Adjusted R ² = ,19872681 F(3,103)=9,7632 p<,00001 Std.Error of estimate: 1,7583 | | | | | |
| N=107 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(103) | p-level |
| Intercpt | | | 309,7605 | 85,79249 | 3,61058 | ,000474 |
| GRUPO | -,764363 | ,214190 | -2,9993 | ,84048 | -3,56861 | ,000547 |
| GRNJUEGO | ,213297 | ,146859 | ,2984 | ,20548 | 1,45239 | ,149431 |
| GRMDJUEG | ,875693 | ,196787 | ,4811 | ,10811 | 4,44995 | ,000022 |
| Regression Summary for Dependent Variable: GRNIVEL2 | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,41153207 R ² = ,16935864 Adjusted R ² = ,14516521 F(3,103)=7,0002 p<,00025 Std.Error of estimate: 2,1159 | | | | | |
| N=107 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(103) | p-level |
| Intercpt | | | 237,6905 | 103,2433 | 2,30224 | ,023334 |
| GRUPO | -,502648 | ,221233 | -2,2980 | 1,0114 | -2,27203 | ,025163 |
| GRNJUEGO | ,077002 | ,151688 | ,1255 | ,2473 | ,50763 | ,612796 |
| GRMDJUEG | ,745839 | ,203258 | ,4774 | ,1301 | 3,66942 | ,000387 |
| Regression Summary for Dependent Variable: GRNIVEL3 | | | | | | |
| MULTIPLE REGRESS. | R= ,21032357 R ² = ,04423601 Adjusted R ² = ,01639822 F(3,103)=1,5891 p<,19657 Std.Error of estimate: 1,9203 | | | | | |
| N=107 | BETA | St. Err. of BETA | B | St. Err. of B | t(103) | p-level |
| Intercpt | | | 128,2559 | 93,69940 | 1,36880 | ,174039 |
| GRUPO | -,315198 | ,237312 | -1,2192 | ,91794 | -1,32820 | ,187047 |
| GRNJUEGO | ,139689 | ,162712 | ,1927 | ,22441 | ,85850 | ,392607 |
| GRMDJUEG | ,339897 | ,218030 | ,1841 | ,11808 | 1,55895 | ,122076 |
| Ilustración 7: Análisis de regresión para los datos del módulo de Historia de la Grúa. | | | | | | |

los Juegos con el Agente Q durante la sesión de estudio. Esta variación se puede explicar por las diferencias en el dominio y el nivel de dificultad de este tipo de prueba. Los

estudiantes no lograron el nivel de entrenamiento suficiente en relación con este componente de la variable dependiente. Al igual que en el módulo de Arte, la regresión sobre los puntajes totales de la unidad – $F(3,103)=11.678$, $p=0.0000$.-, muestran a las variables grupo – $t(103)=-3.53$, $p=0.00064$ - y promedio en los juegos – $t(103)=4.82$, $p=0.000005$ - como predictores significativos de la variable dependiente.

Finalmente hay que anotar que en este experimento se replica la tendencia de la relación entre promedio en juegos y evaluación del aprendizaje. El signo positivo del coeficiente Beta y de la razón t muestra consistentemente que a mejor promedio en los juegos mejores puntajes en la evaluación del aprendizaje.

Comparación de promedio en el juego con puntaje en el último juego

Una consideración complementaria que permite precisar la influencia de los puntajes en los juegos con el Agente Q durante las sesiones de estudio se obtiene cuando se compara el efecto del puntaje en el último juego con el puntaje promedio en los juegos sobre las variables dependientes. Se podría pensar que el mayor efecto estaría dado por el puntaje obtenido en el último juego y que este sería mejor predictor que el promedio. Para evaluar esta relación se pueden utilizar estos dos factores como variables independientes en la misma regresión.

En el módulo de Arte tomando como variable dependiente el puntaje total se obtienen los siguientes datos: el valor de t asociado con el puntaje en el último juego es 2.15 ($p=0.33$) y para el promedio en todos los juegos es de 3.34 ($p=0.0011$). En el módulo de Historia de la Grúa estos valores son 0.5 ($p=0.95$) y 1.02 ($p=0.31$). Los valores de t asociados al puntaje en el último juego tienden a ser menores que los valores de t asociados al promedio de puntajes en los juegos. Este dato es importante, pues, muestra que los puntajes consistentemente altos en los juegos son el mejor predictor de los resultados en la prueba de evaluación.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El Agente Q como activador de procesos de comprensión de mensajes hipertextuales e impresos

La pregunta fundamental que nos permite enfrentar la información obtenida de los experimentos documentados en este trabajo es, ¿Si el uso del Agente Q afecta el aprendizaje manifestado como competencia para hacer inferencias?. Los resultados muestran que efectivamente hay diferencias significativas en la prueba de evaluación entre los estudiantes que usaron como ambiente de aprendizaje un hipertexto con Agente Q y los que sólo usaron el hipertexto.

En el contexto teórico presentado en la primera parte de este documento, estos resultados se pueden interpretar en términos de que el modelo mental de los estudiantes evolucionó hacia el modelo conceptual representado en el hipertexto por los expertos. El Agente Q trabaja directamente sobre la estructura ontológica de representación y sobre las relaciones en esta estructura. En una investigación previa encontramos que el aprendizaje de relaciones entre

conceptos es uno de los aspectos más difíciles para los estudiantes (Maldonado, Ortega, Fonseca, Rubio, Ibáñez y Macías, 2001) y que quienes logran aprendizaje de relaciones tiene mayores posibilidades de procesamiento de información en juegos de descubrimiento. De manera similar se puede sustentar que al actuar con base en las relaciones entre conceptos, el Agente Q logra concentrar la atención del estudiante en el procesamiento de información referida a los nodos de la red. Lo que hace el Agente Q es activar decisiones frente a parejas de elementos para que ubique cada uno de estos dos componentes en su sitio, de acuerdo a la ontología. De tal manera que el Agente no da información, pero activa el procesamiento de información en concordancia con la ontología, la cual se convierte en especie de soporte para que el estudiante construya relaciones de significación que van a facilitar el almacenamiento en memoria de largo plazo en una lógica similar a la planteada por Jonassen, Carr and Yueh (1998). Las decisiones inducidas por el juego de decisión presentado a los estudiantes tienen el mismo efecto que el de las preguntas sobre la búsqueda de información; generan un proceso selectivo induciendo al lector a dejar de lado información no relacionada con la respuesta. En este sentido el Agente Q estaría activando una estrategia de economía de pensamiento que busca resultados específicos con el menor esfuerzo. La habilidad de uso del agente llevaría a mejor concentración y efectividad en la búsqueda de información pertinente.

La observación de los estudiantes en sus sesiones de estudio nos motivan a afirmar que el Agente Q genera un sistema de aprendizaje regulado por información – cibernético – En efecto, una vez que el usuario juega la primera vez, observa la calificación dada por el sistema y que es resultado de la correlación entre el ordenamiento del experto y el del estudiante. Toma conciencia del valor máximo posible de esa calificación y si el resultado no es suficientemente alto para sus expectativas, vuelve a jugar. Este proceso es seguido por la mayoría de los estudiantes y se prueba por el promedio de jugadas hechas en cada módulo. El estudiante continúa a la evaluación final cuando siente que puede obtener un puntaje alto en el juego de las tarjetas. Esta es una regulación autónoma del estudiante, que fue estudiada en otros experimentos en términos de juicios de metacognición y aprendizaje autónomo y que nosotros caracterizamos como microsistema motivacional (Maldonado, 2000). El hallazgo hace pensar que la estructuración de ambientes regulados por información puede ser fundamental para garantizar la calidad del aprendizaje.

Cantidad y calidad en el uso del Agente Q

El análisis de regresión que incorpora el número de veces que usa el estudiante el Agente Q y el promedio obtenido en cada juego muestra que se requiere el buen desempeño en los juegos con el Agente Q para obtener desarrollo de la competencia cognitiva de hacer inferencias. Más aún no es suficiente con un buen resultado en el último juego, sino un desempeño consistente en el juego. Esto muestra que jugar bien y asimilar el modelo conceptual a su propio modelo mental están estrechamente asociados.

El ambiente de aprendizaje resultante de integrar el Agente Q y el hipertexto permitió que la curva de aprendizaje de los estudiantes evolucionara hasta una etapa relativamente estable y que cuando enfrentan la prueba de competencias han desarrollado un nivel básico que les permite éxito. Los resultados evaluados para el tercer grado de profundidad en las inferencias, como era de esperarse, son los más bajos en los módulos. En esta lógica sería

de esperarse que si se repitiera la sesión de estudio uno o dos días después, este nivel también mejoraría sustancialmente.

Comparación del efecto del Agente Q en las condiciones de hipertexto e impresos

Los resultados de este trabajo muestran también que el hipertexto es escenario más propicio para el agente Q que los documentos impresos. Varias explicaciones pueden ser congruentes con este hallazgo.

El nivel motivacional generado por el uso del computador es mucho mayor que el generado por los impresos. En este mismo estudio se quiso comparar una condición de uso de texto con el de hipertexto, pero el efecto de halo fue evidente y se tuvo que invalidar el estudio. Los estudiantes que no tuvieron computadores manifestaron estar en condiciones de inferioridad que sus compañeros. Podemos, por tanto, inferir que el uso del Agente Q acompañado de hipertexto fue más agradable y motivante que el uso del mismo Agente con documentos impresos.

Los hipertextos tienen algunas animaciones y grabaciones de voz que pudieron incidir en la mejor comprensión y recuerdo de la información. En un estudio reciente (Maldonado y Sequeda, 2002) se encuentra que los estudiantes que tienen acceso a hipertextos con animaciones recuerdan mejor la información que quienes solo disponen de texto y gráficas o sólo texto.

Una tercera explicación a este resultado puede estar en la disminución del esfuerzo de búsqueda. En efecto, en el hipertexto el mapa de navegación permite acceder directamente a cada nodo; con el impreso, esta búsqueda es manual, aunque también dispone del mapa de navegación. En esta condición, el estudiante tiene más posibilidad de cambiar su centro de atención por efecto de factores encontrados en la ruta hacia el nodo por el cual indaga. El mayor esfuerzo y el mayor riesgo de perder la atención pueden ser responsables del menor rendimiento con los impresos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con esta investigación se muestra que tanto el conocimiento frío – referido como conceptos y estrategias de solución de problemas – y el conocimiento caliente – actitudes – se manifiestan como valoración de su ambiente y organización de la actividad del sujeto frente al mundo. Por esta razón las actividades de organizar elementos del entorno – decisiones – son indicadores del desarrollo de estas dos clases de conocimientos. La metodología Q, en consecuencia, es un poderoso instrumento para evaluar el ajuste de los modelos mentales que desarrollan los sujetos con los modelos conceptuales representados por los expertos o los profesores.

En el transcurso de los ordenamientos se colocó una estructura ontológica jerárquica con sus mecanismos de herencia de clases a subclases. Las tendencias conexionistas hacen hincapié en la importancia de generar mapas a partir de relaciones. A la luz de estos resultados sería importante probar este Agente de Software en hipertextos estructurados con base en otras clases de ontologías, por ejemplo, sistémica, causal, cronológica o topológica.

La estructura del ambiente, que le permite al estudiante regular su aprendizaje con base en establecimiento de una meta e información sobre su acercamiento a la misma – regulación cibernética – y madurar su propia curva de aprendizaje, se presenta aquí como un elemento fundamental para lograr niveles óptimos de desarrollo cognitivo y ameritaría investigaciones directamente orientadas a comprender su naturaleza y dinámica.

El Agente Q claramente se ubica en la clase de software con el cual aprender (Derry, 1990) o instrumentos para pensar –mind tools - Jonassen, Carr and Yueh (1998). En investigaciones anteriores hemos evaluado agentes generadores de preguntas y software para construir representaciones que también muestran efectos positivos sobre el aprendizaje (Maldonado, Ortega, Sanabria y Macías, 2001). Dado que la estrategia seguida por los dos es diferente, pero ambos actúan apoyados en la estructura ontológica del hipertexto, sería importante contrastar los efectos de estos dispositivos sobre el desarrollo de competencias cognitivas de los estudiantes.

La relación entre este tipo de agente y la estructuración de la fuente de información – en este caso los hipertextos o impresos – ya sea en términos de las facilidades para la búsqueda de información y la riqueza de estímulos – texto, gráficos, diagramas, tablas, animaciones o sonido – es un área que amerita mayor investigación. De su comprensión pueden derivarse consecuencias para el mejoramiento de los ambientes de aprendizaje.

Finalmente cabe anotar que la investigación se centró en la competencia cognitiva de hacer inferencias. Sería de gran valor educativo tomar otras competencias cognitivas como variables dependientes; por ejemplo, argumentar, observar y codificar, narrar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINSON, J.R. (1992). QMethod (Version 1.0) [Computer software]. Kent, OH: Computer Center, Kent State University. <http://www.rz.unibw-muenchen.de/~p41bsmk/qmethod>.
- BROWN, S. R. (1980). Political subjectivity: Applications of Q methodology in political science. New Haven, CT: Yale University Press.
- BROWN, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E., and R.H. Kluwe (Eds.), Metacognition, motivation and understanding. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- CRONBACH, L.J. & GLESER, G.C. (1954). Review of the book The study of behavior. Psychometrika 19, 327-330.
- DERRY, S. J. (1990). Flexible cognitive tools for problem solving instruction. Paper presentado en el encuentro anual de la American Educational Research Association.
- DÍAZ B., F.1987. "El pensamiento del adolescente y el diseño curricular en educación media superior". Perfiles Educativos, 37, julio-agosto-septiembre, pp. 16-26.
- FRANKLIN, S. & GRAESSER, A. (1996). Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents. Proceedings of the Third International Workshop on Agent

Theories, Architectures and Languages. Springer.
<http://www.mscl.memphis.edu/~franklin/AgentProg.html>

- LEÓN, J. A.; A. LÓPEZ y M. CARRETERO 1990. "El desarrollo intelectual durante la adolescencia: las operaciones formales", en: J.A. García Madruga y P. Lacasa (dirs.), Psicología evolutiva, tomo 2, cap. 32. Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- GOMEZ, J. E., MALDONADO, L. F. y VANEGAS, B. (1985). Autoridad, Libertad y Aprendizaje: valores de docentes y discentes en la Educación. Investigación Educativa, 1, 31-40. Bogotá: Secretaría Distrital de Educación.
- JONASSEN, D. H., CARR. C. AND YUEH, Y.. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. Tech Trends, V43, n2, p. 24-32.
- KERLINGER, Fred N. (1973). Foundations on behavioural research. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc. Edición en Español: México: Nueva Editorial Interamericana, 1997.
- MALDONADO G., L.F. (2000). Incidencia de los activadores de juicios de metamemoria las sugerencias de estrategias en el aprendizaje autónomo. Bogotá: TEΔ - Tecné, Episteme y Didaxis. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional, No 8, 3-24.
- MALDONADO, G., L.F., ORTEGA, N., FONSECA, R., O.H., RUBIO, S., M. R., IBAÑEZ, I., J. y MACIAS. M., D. (2001). Razonamiento Espacial y Aprendizaje Significativo: profesores y alumnos frente a los juegos de descubrimiento basados en computador. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Colciencias.
- MALDONADO, G., L.F., ORTEGA, N., SANABRIA, R., L.B. y MACIAS. M., D. (2001). Ontología y aprendizaje de la Geografía: software para representar y software para comprender. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Colciencias.
- MALDONADO, G., L.F y SEQUEDA, J.B. (2002). Bogotá: TEΔ - Tecné, Episteme y Didaxis. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Pedagógica Nacional, No 11, 34 – 50.
- MCNEMAR, Q. (1954). [Review of the book The study of behavior]. Psychological Bulletin, 51, 527-528.
- MIZOGUCHI, R. and Ikeda, M. (1996). Towards Ontology Engineering. Technical Report AI-TR-96-1, The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University.
- NBEET (1995). "Education and Technology Convergence: A survey of Technology Infrastructure in Education and the Professional Development and Support of Educators and Trainers in Information and Communication Technologies, "National Board Employment Education & Training -Commissioned Report No.41, AGPS, January 1995, Canberra

- QUINTERO, V, J.(2002) Metodología Q como identificador de estructuras actitudinales que fundamentan las decisiones subjetivas. Tesis de grado conducente al título de Magíster en Educación. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Tecnología.
- SMITH, R (1985). Conceptuañ primitives in the English Lexicon, Papers: In Linguistic 18(1) 99 - 137
- SOWA, J. F. (2000). Knowledge representation: logical, philosophical, and computacional foundations. Pacific Grove, CA: Broos/Cole.
- STEPHENSON, W. (1935a). Technique of factor analysis. Nature, 136, 297
- STEPHENSON, W. (1935b). Correlating persons instead of tests. Character and Personality, 4, 17-24.
- STEPHENSON, W. (1936). The foundations of psychometry: Four factor systems. Psychometrika, 1, 195-209.
- STEPHENSON, W. (1953). The study of behavior: Q-technique and its methodology. Chicago: University of Chicago Press.
- STEPHENSON, W. (1967). The Play Theory of Mass Communication. Chicago: University of Chicago. (Library Reserve).
- TURNER, R.H. (1955). Review of the book. The study of behavior. American Journal of Sociology, 61, 167-169.
- WINSTON, P.H. (1994), Inteligencia artificial. A. W. Iberoamericana. Traducción del Inglés: Artificial Intelligence. Reading: Masachussettes: Addison-Wesley Edit.
- WOODS (1975). What's in a link. In: D.G. Brobrow & Collins. Representation and understanding. London academic press.