

# Construcción interactiva con el Sistema de Tutoría Inteligente 'Diálogos Inteligentes'

Tine Stalmans

Laboratorio LITE de Innovación en Tecnología Educativa S.C.

Coordinación de Tecnologías para la Docencia, DGTIC, UNAM

## RESUMEN

'Diálogos Inteligentes' es un sistema de tutoría inteligente con interfaz en lenguaje natural que permite que el estudiante platique con un tutor enlatado en la computadora que le hace preguntas acerca de un tema de interés educativo. A su vez, el proceso dialogal se apoya en la interacción del alumno con los llamados 'micromundos', recursos interactivos y/o de multimedia que se despliegan al lado del *chat* y que sirven para que el usuario explore fenómenos, haga observaciones y formule inferencias o hipótesis.

Considerando la importancia que tiene la retroalimentación en procesos interactivos de aprendizaje, se destaca la capacidad de este sistema de brindar un *feedback* que es a la vez constante, oportuno y personalizado, y se analizan algunos episodios interactivos de un diálogo en función de la hipótesis de construcción interactiva de la tutoría, la cual atribuye su eficacia a la cantidad de oportunidades de construcción que tiene el alumno en respuesta a un andamiaje adecuado del tutor.

### A. Marco teórico: *Feedback*, andamiaje y modalidades de interactividad

En muchos estudios y desde muy diversas perspectivas, se ha señalado la importancia del *feedback* en los procesos de aprendizaje. Aunque existen muchas definiciones del término, hay consenso en que el *feedback* proporciona al estudiante información que le permite reducir la brecha entre lo que le resulta evidente en un momento dado y lo que debería o podría parecerle claro u obvio (Hattie & Yates, 2014). De acuerdo con esta acepción, el *feedback* forma parte de un diagnóstico continuo del desempeño del estudiante, donde se le hace saber constantemente dónde está actualmente y hacia dónde se dirige. En este sentido, el *feedback* se puede equiparar con los sistemas GPS, que no solo identifican y visualizan el destino del viaje desde su inicio, sino también muestran la posición del

automóvil y dan indicaciones claras y puntuales sobre qué hacer en cada momento del recorrido.

A partir de esta analogía, resulta sencillo comprender por qué Getzlaf y sus colegas (2009) señalan que, para que el *feedback* sea efectivo —y sea percibido como tal (lo cual, a su vez, refuerza su efectividad por razones motivacionales)—, éste debe ser personalizado, oportuno y positivamente constructivo, además de brindar lo que los autores llaman ‘guía discreta’, es decir: establecer pequeñas metas y puntos de referencia a lo largo del proceso de aprendizaje y ofrecer orientaciones para futuras acciones. Ahora bien, otros estudios han demostrado que el *feedback* proporcionado típicamente en el salón de clases suele ser colectivo y generalmente se da en un momento posterior al aprendizaje, como parte de la evaluación de los conocimientos adquiridos (Hattie & Yates, 2014). Hattie expone que este *feedback* que va dirigido al grupo completo de estudiantes tiende a ser irrelevante para aquellos alumnos que ya dominan el tema, y a menudo es ignorado por los que aún no lo dominan.

Además de las cuatro características mencionadas en el párrafo anterior, otra propiedad importante del *feedback* tiene que ver con la cantidad de oportunidades que brinda al alumno para construir el aprendizaje. En un estudio muy extenso sobre la interacción que tiene lugar entre tutor y estudiante, Chi, Siler, Jeong, Yamauchi y Hausmann (2001) establecieron que la efectividad de la tutoría como modalidad de enseñanza y aprendizaje se correlaciona, en primer lugar, con la cantidad de respuestas constructivas dadas por el alumno en respuesta al andamiaje brindado por el tutor. Según estos autores, hay ciertos tipos de intervención del tutor que aportan más al aprendizaje, por su capacidad de provocar cierto tipo de respuesta en el alumno. Encontraron, por ejemplo, que el *feedback* directo (respuestas del tutor como ‘No, porque...’, o ‘Sí, porque...’) no se correlaciona con el aprendizaje, ya que no brinda al alumno la posibilidad de formular una respuesta propia; en cambio, las pistas que se proporcionan como parte de un episodio de andamiaje más interactivo sí se correlacionan con el aprendizaje, así como las preguntas que invitan a la reflexión profunda. Por otra parte, se observó que las construcciones *no* interactivas del estudiante, denominadas explicaciones no solicitadas, tampoco tuvieron un impacto medible sobre el aprendizaje.

Cabe señalar que, en este contexto, el ‘andamiaje’ se entiende como un proceso en el que el tutor descompone una tarea compleja en múltiples tareas más sencillas y da pistas orientadoras más allá de una simple negación o confirmación, a fin de empujar al

estudiante un poco más en la dirección de la respuesta correcta, en vez de proporcionársela desde el inicio. De acuerdo con este enfoque, el tutor evita dar explicaciones completas y motiva más bien al estudiante a que realice el trabajo constructivo por su propia cuenta, dando así pie a un escenario interactivo mucho más equilibrado, con un tutor que toma menos 'turnos' y se muestra menos controlador del proceso de aprendizaje.

Otro beneficio de esta estrategia de enseñanza y *feedback* más centrada en la construcción por parte del alumno es que se evidencian más fácilmente las lagunas y errores conceptuales en el conocimiento. Chi y sus colegas encontraron que es más probable que los estudiantes aprendan cuando cometen un error y entienden que lo cometieron. Según estos autores, la tutoría se vuelve ineficiente cuando el tutor es incapaz de (o renuente a) detectar confusión en el alumno y cae en el error de imponer su propio plan de tutoría y brindar explicaciones didácticas extensas que no atienden la confusión del alumno. En este contexto, existe evidencia de que la construcción de respuestas por el alumno aporta beneficios al aprendizaje, aun cuando se cometen muchos errores, siempre y cuando se brinde un adecuado *feedback* correctivo (Kornell, Hays & Bjork, 2009). De lo anterior se percibe que es deseable una dinámica de retroalimentación que permita el denominado *errorful generation*<sup>1</sup>, para así detectar y corregir de manera oportuna los errores del estudiante.

Para recalcar nuevamente la importancia de un *feedback* o andamiaje adecuado, conviene mencionar brevemente las conclusiones del estudio cuantitativo realizado por Peñalosa y Castañeda (2010) sobre el supuesto impacto en el aprendizaje de las tres modalidades de interactividad: estudiante-profesor (tutoría), estudiante-estudiante (modalidad colaborativa) o estudiante-material interactivo. La hipótesis presentada por Peñalosa y Castañeda fue que el 'teorema de equivalencia' de estas tres modalidades tiene validez siempre y cuando la interactividad (1) se sustente en un diseño instruccional adecuado, que contemple tanto el nivel de demanda cognitiva como las subsecuentes construcciones de conocimiento del estudiante y (2) incluya niveles de andamiaje adecuados.

Los resultados del estudio parecen corroborar la hipótesis de los autores. Sin embargo, también se manifestó una correlación entre el nivel de interactividad que se puede alcanzar

---

<sup>1</sup> El concepto de *errorful generation* o 'construcción con errores' se refiere a que los beneficios de la construcción no se restringen a aquellos conocimientos que son construidos correctamente, es decir, sin que se produzcan errores en el proceso de construcción, sino que el nuevo conocimiento y su retención también se ven mejorados cuando se cometen errores en la construcción y éstos son atendidos oportunamente.

en una modalidad y el desempeño educativo de ésta, ya que la modalidad con el desempeño más bajo, la colaborativa, fue la que también presentó una relativa ausencia de episodios interactivos exitosos. Analizando las diferencias entre las tres modalidades desde esta perspectiva interactiva y de andamiaje, los autores señalan que la tutoría se caracteriza por la adaptabilidad y personalización del andamiaje, aunque éste no siempre es consistente<sup>2</sup>. En los recursos interactivos, en cambio, el andamiaje es muy consistente pero, por otro lado, es totalmente fijo y solo proporciona mensajes de retroalimentación genéricos sencillos. Finalmente, en la modalidad colaborativa, el andamiaje suele ser altamente inconsistente, con intervenciones paralelas y reproducción de apreciaciones equívocas.

## **B. *Feedback* y sistemas de tutoría inteligentes**

En vista de las anteriores consideraciones, un Sistema de Tutoría Inteligente (ITS por sus siglas en inglés) con interfaz en lenguaje natural (NLI) ofrece la posibilidad de generar episodios interactivos con *feedback* que es a la vez constante y personalizado, además de brindar la oportunidad al alumno de construir el conocimiento a través del lenguaje natural. También, al contar con algoritmos lingüísticos lo suficientemente precisos para detectar ciertos errores conceptuales previsible, el sistema podría, en teoría, facilitar el aprendizaje a partir de una construcción con errores.

El que el *feedback* en un ITS sea *constante* resulta obvio en vista de la naturaleza de los sistemas computacionales y sus lenguajes formales: dado un conjunto de condiciones definidas de manera precisa y unívoca, el sistema siempre reaccionará de la misma manera, es decir, ejecutará las mismas funciones, lo cual en este contexto significa que siempre se mostrará un determinado mensaje de *feedback*.

La personalización del *feedback* en un ITS resulta menos obvio. En el caso de los ya citados sistemas GPS, la personalización puede ser impecable, ya que dichos sistemas se alimentan con una red de datos que, a pesar de ser extremadamente extensa, es finita y, por ende, se puede mapear de manera exhaustiva. Esto implica que para cada uno de los nodos de la red se tienen contabilizadas todas las posibles acciones del usuario, por lo que el sistema será capaz de apoyarlo adecuadamente en cada momento.

---

<sup>2</sup> En la prueba realizada por Peñalosa y Castañeda, los tutores a veces no contestaban o proporcionaban *feedback* no del todo adecuado.

En una situación de tutoría dialogal, en cambio, se tiene un conjunto de datos que, en términos prácticos, es infinito y donde cada nodo o punto específico del diálogo puede conectarse con una enorme gama de nodos adyacentes, los cuales son altamente imprevisibles, ya que dependen de la respuesta específica proporcionada por el estudiante, cuya cabeza es, como se dice, 'un mundo en sí'. Además, el lenguaje empleado para comunicar los datos en este sistema no es el lenguaje formal, que se caracteriza por ser lógico y preciso, sino el lenguaje natural con sus ambigüedades, connotaciones y otros mensajes indirectos.

Por lo tanto, la personalización de la interactividad en un ITS con NLI solo se puede lograr en la medida de lo predecible, es decir, dentro de los límites de las respuestas y construcciones plausibles o probables del alumno, y con base en datos que le son proporcionados anteriormente al sistema. En este sentido, la herramienta Diálogos Inteligentes que describiremos más adelante, al igual que otros ITS, está lejos de ofrecer una experiencia instruccional 'dialogal' tal como se entendería en el marco del aprendizaje dialógico y el constructivismo social, según los cuales el significado siempre es negociado y el conocimiento co-construido (Gallin, s.f.). El tutor invisible de los diálogos inteligentes que se han desarrollado hasta la fecha es un tutor más bien didáctico, que en todo momento va dirigiendo la conversación, sin que haya oportunidad para que el alumno cambie de tema y altere así el rumbo preestablecido del diálogo. El propósito del sistema es ofrecer una interactividad modelada en técnicas de tutoría humana con *feedback* que reúne las características expuestas con anterioridad: guía discreta y diagnóstico continuo del desempeño; personalización y constancia de la retroalimentación; y construcción por el alumno en respuesta a un andamiaje adecuado del tutor.

En lo que resta de esta ponencia, se describirá el ITS 'Diálogos Inteligentes' con más detalle y se analizarán las características específicas del *feedback* brindado a raíz de algunos episodios interactivos.

### **C. Descripción del ITS 'Diálogos Inteligentes'**

En el sistema Diálogos Inteligentes<sup>3</sup> se reúnen dos modalidades interactivas: en la parte de la interfaz en lenguaje natural, el alumno conversa con un tutor invisible que le hace

---

<sup>3</sup> El proyecto Diálogos Inteligentes tiene sus antecedentes en una serie de pequeños diálogos que se elaboraron en el año 2008 en el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, ILCE, para la asignatura de Español de Telesecundaria. Posteriormente, en 2011, el proyecto entró en una segunda etapa gracias a una beca del Consejo

preguntas sobre un tema determinado y lo apoya en la construcción de la respuesta adecuada, dando pistas de andamiaje, proporcionando *feedback* y ofreciendo explicaciones y definiciones. Por otro lado, esta tutoría digital es enriquecida con los llamados micromundos, recursos interactivos o de multimedia que se despliegan al lado del cuadro de diálogo o *chat* y que sirven ya sea para simplemente ilustrar lo comentado en el *chat*, o bien para que el alumno explore los fenómenos en cuestión y haga inferencias al respecto, con el fin de responder a las preguntas del tutor. Se trata entonces de un mecanismo interactivo bidireccional: el trabajo didáctico del diálogo se apoya en los micromundos y éstos pueden a su vez alimentar e influir en el proceso dialogal.

MOVIMIENTO BROWNIANO

Física

Tipo de partícula:

En 1827, **Robert Brown**, al examinar unos granos de polen bajo el microscopio, observó diminutas partículas ejecutando un continuo movimiento aleatorio. Inicialmente, el botanista creyó que se trataba de un proceso vivo, es decir, que esta "danza" nerviosa se debía a que el polen tenía vida.

Para corroborar su tesis, ¿qué crees que hizo?

[Ver retrato Robert Brown](#)

lo intentó con algo más

Brown volvió a hacer el experimento con algún otro tipo de material, sí.

Pero para corroborar su tesis, ¿cómo tenía que ser más precisamente ese otro material?

muerto?

¡Exactamente! Brown repitió el experimento con partículas de polen que habían sido guardadas durante mucho tiempo en un recipiente sellado y partículas totalmente carentes de vida como las de hollín.

Realiza las mismas observaciones que Brown y contesta: ¿Confirman su tesis inicial?

Vista de la interfaz de usuario del diálogo *Movimiento browniano*

Actualmente, el sistema no está habilitado para reconocer preguntas formuladas por el estudiante; en las intervenciones escritas del tutor solo se incluyen, de manera automática,

---

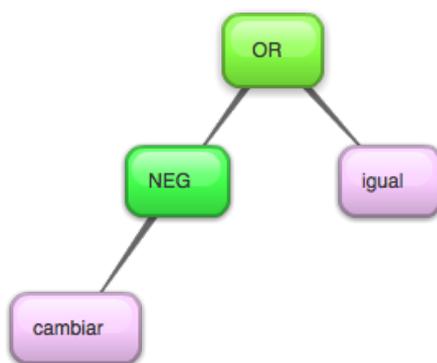
Nacional para la Ciencia y la Tecnología, CONACyT, otorgada a través del grupo LITE, la cual permitió el desarrollo de la primera generación de los algoritmos lingüísticos actualmente empleados en el sistema. En 2013, un financiamiento adicional de parte del Instituto de Ciencias y Tecnología del D.F., ICyT, permitió el desarrollo de una interfaz gráfica de edición de diálogos y desde mayo de 2013, el proyecto también ha recibido apoyo económico e institucional de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación, DGTIC, UNAM, a través de su Coordinación de Tecnologías para la Docencia, donde se han elaborado 13 diálogos para las asignaturas de Física y Química, a nivel bachillerato. Dos diálogos más se encuentran en desarrollo actualmente.

ligas de texto a las definiciones de un glosario preconstruido con todos los términos técnicos propios del tema o campo bajo estudio.

Para analizar las contestaciones del alumno y dar rumbo a la conversación, el sistema se apoya en un conjunto de algoritmos morfosintácticos y semánticos: los primeros para convertir las palabras escritas por el usuario en su(s) lema(s), además de detectar y corregir posibles errores ortográficos, tomando en cuenta los errores más frecuentes en la lengua española; los segundos para reconocer posibles significados predefinidos en las contestaciones escritas por el alumno.

Conviene ahondar un poco en el funcionamiento de los algoritmos semánticos. Estos algoritmos fueron diseñados para comparar el significado de lo que escribe el estudiante con el significado de una serie de respuestas que es factible, o incluso probable, que dé el alumno. Es decir, para cada pregunta o intervención de andamiaje del tutor se define una serie de respuestas ‘esperadas’ —ya sean correctas, erróneas o parcialmente correctas—, las cuales son codificadas en forma de árboles lógico-semánticos para poder compararlas con la respuesta del usuario y decidir cuál debe ser la siguiente intervención del tutor. Como lo sugiere su nombre, estos árboles lógico-semánticos (de aquí en adelante simplemente ‘árboles’) están conformados por operadores lógicos y claves semánticas. Los operadores disponibles actualmente son los tres universales (*and*, *or* y *not*), además de algunos propios del sistema que contemplan ciertos elementos lingüísticos como la negación. Una clave semántica, por otro lado, es una palabra en su forma canónica, un lema, generalmente acompañada de otras palabras que semánticamente estén muy cercanas a ella, como sinónimos, hipónimos, hiperónimos, etcétera.

Dependiendo de la precisión requerida en el análisis semántico, los árboles pueden variar mucho en complejidad y extensión. Hay expresiones de solo uno o dos nodos de tipo operador, como la que se muestra a continuación:

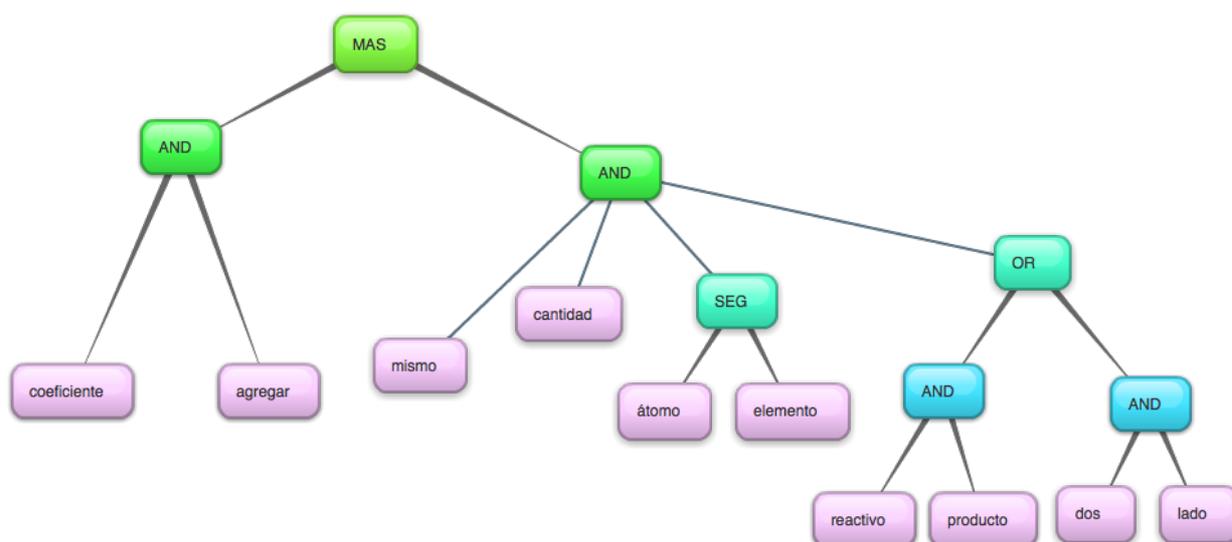


En su versión extendida es decir, incluyendo los lemas semánticamente afines a la clave principal, y representada como cadena en vez de árbol, esta expresión se ve así:

((NEG(cambiar,alterar,afectar,modificar,variación,alteración,modificación)  
OR  
(igual,mismo,idéntico,estable,permanecer,conservar,mantener))

Ante una pregunta del tutor como '¿Qué sucede con la carga del átomo?'<sup>4</sup>, la anterior expresión extendida arrojará un resultado positivo al ser comparada con cualquiera de las siguientes respuestas, por mencionar solo algunas: *No cambia; No hay cambios; La carga no cambiará; No se ve afectada; Se queda igual; Se mantiene.*

También hay expresiones mucho más complejas, como la que sigue:



Este árbol corresponde a la definición correcta y completa del concepto 'balancear una ecuación':

*El balanceo de una ecuación consiste en agregar los coeficientes necesarios en la ecuación de una reacción para que haya una cantidad idéntica de átomos de cada elemento de ambos lados de la ecuación.*

<sup>4</sup> Esta pregunta forma parte de un episodio de andamiaje del diálogo 'Afinidad electrónica', elaborado por Adalberto Fuentes Martínez, estudiante de la Facultad de Química de la UNAM y Adela Castillejos Salazar, Directora de Docencia en TIC de la DGTIC, en colaboración con la Coordinación de Tecnologías para la Docencia, DGTIC, UNAM.

Nótese que, gracias a la flexibilidad de forma propia del análisis semántico mediante estos árboles lógico-semánticos y sus expresiones extendidas, esta definición se puede formular de varias distintas maneras y aún será reconocida como correcta. Por ejemplo, se podría escribir la siguiente definición:

*El balanceo de una ecuación es el proceso de escribir en la ecuación de una reacción los coeficientes requeridos para que tanto los reactivos como los productos contengan el mismo número de átomos de todos los elementos.*

Siempre y cuando estén todos los 'ingredientes' requeridos para que la definición esté completa, no importa el fraseo exacto ni el orden en que aparecen los elementos, a menos que la expresión esté indicando lo contrario.

La posibilidad de crear árboles con muchas ramificaciones y anidar expresiones dentro de otras no solo permite diferenciar las posibles contestaciones (léase 'significados') con un alto grado de precisión, también facilita la detección de ciertas lagunas o errores conceptuales en el conocimiento del estudiante. Retomemos el árbol anterior para ejemplificarlo. Al transformar dicho árbol en una cadena, tenemos la siguiente expresión (no extendida):

```
((coeficiente)AND(agregar))MAS((mismo)AND(cantidad)AND((átomo)SEG(elemento))AND(((reactivo)AND(producto))OR((dos)AND(lado))))
```

En su versión extendida, esta expresión se ve así:

```
((coeficiente)AND(agregar,escribir,poner,añadir,incluir))MAS((mismo,idéntico,igual,equilibrar,eq  
uilibrio)AND(cantidad,número)AND((átomo)SEG(elemento))AND(((reactivo,izquierdo)AND(produ  
cto,derecho))OR((dos,2,ambos)AND(lado,parte))))
```

Se observa que se incluyen múltiples sinónimos para todas las claves semánticas del árbol, con excepción de las claves 'coeficiente', 'átomo' y 'elemento'. Salta a la vista que todos estos son términos propios del campo de la Química, cuyo correcto manejo es esencial para una adecuada comprensión del tema, el balanceo de ecuaciones. De hecho, para la misma intervención del tutor: "Con base en lo que se vio en este diálogo, trata de formular una definición del concepto de 'balancear una ecuación", para la cual la anterior expresión representa la respuesta correcta, también se elaboró la siguiente expresión, entre otras:

((número)AND(agregar,escribir,poner,añadir,incluir))MAS((mismo,idéntico,igual,equilibrar,equilibrio)AND(cantidad,número)AND((átomo)SEG(elemento))AND(((reactivo,izquierdo)AND(producto,derecho))OR((dos,2,ambos)AND(lado,parte))))

La única diferencia entre esta última expresión y la anterior está en la clave 'número'. Es decir, si el alumno desarrolla la definición adecuadamente, pero escribe la palabra más genérica 'número' en vez del término preciso 'coeficiente', hay un indicio de que aún no distingue con suficiente claridad los distintos tipos de 'números' que pueden aparecer en una ecuación química (coeficientes y subíndices) y, por ende, el tutor digital tomará una ramificación muy específica dentro de la estructura global del diálogo para atender este problema. De la misma manera, si se detecta un error en el uso de las claves 'átomo' y 'elemento' lo que puede ocurrir ya que existe una confusión generalizada entre 'átomos', 'moléculas' y 'elementos', también se atenderá dicha concepción equivocada.

Adicionalmente, se pueden extraer uno o varios subnodos de una expresión para así crear nuevas expresiones que detecten respuestas que solo son parcialmente correctas. Por ejemplo:

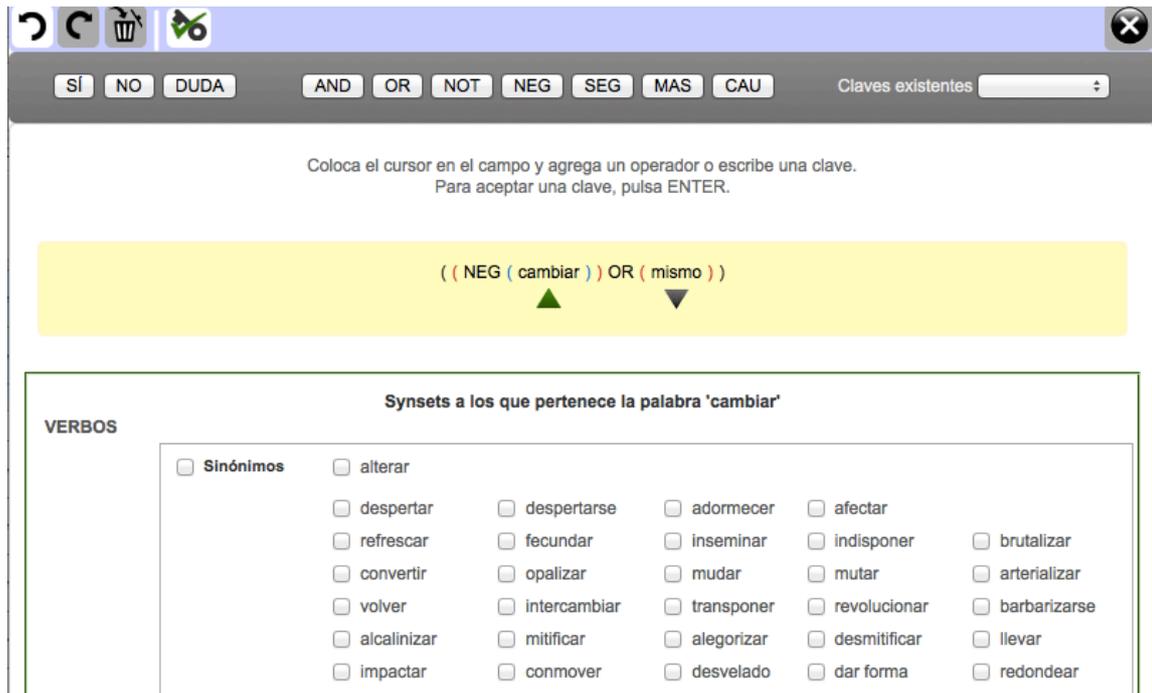
((coeficiente)AND(agregar,escribir,poner,añadir,incluir))MAS((mismo,idéntico,igual,equilibrar,equilibrio)AND(cantidad,número)AND(átomo))

La anterior expresión dará un resultado positivo al ser comparada con una definición incompleta o imprecisa del concepto mencionado, donde se omite la noción de que debe haber igual número de átomos ***de todos los elementos de ambos lados de la ecuación.***

Cabe mencionar que la elaboración de los árboles es un proceso manual que se lleva a cabo mediante un editor desarrollado para este propósito. En dicho editor, los árboles se construyen como cadenas de texto y para cada clave semántica se puede consultar una lista con palabras y locuciones semánticamente afines, generada a partir de la taxonomía semántica Spanish Wordnet<sup>5</sup>. En esta lista el autor puede seleccionar todas las palabras que desea incluir en el análisis de la respuesta del estudiante, o bien puede escribir otras palabras, frases o locuciones que no se encuentran en la lista.

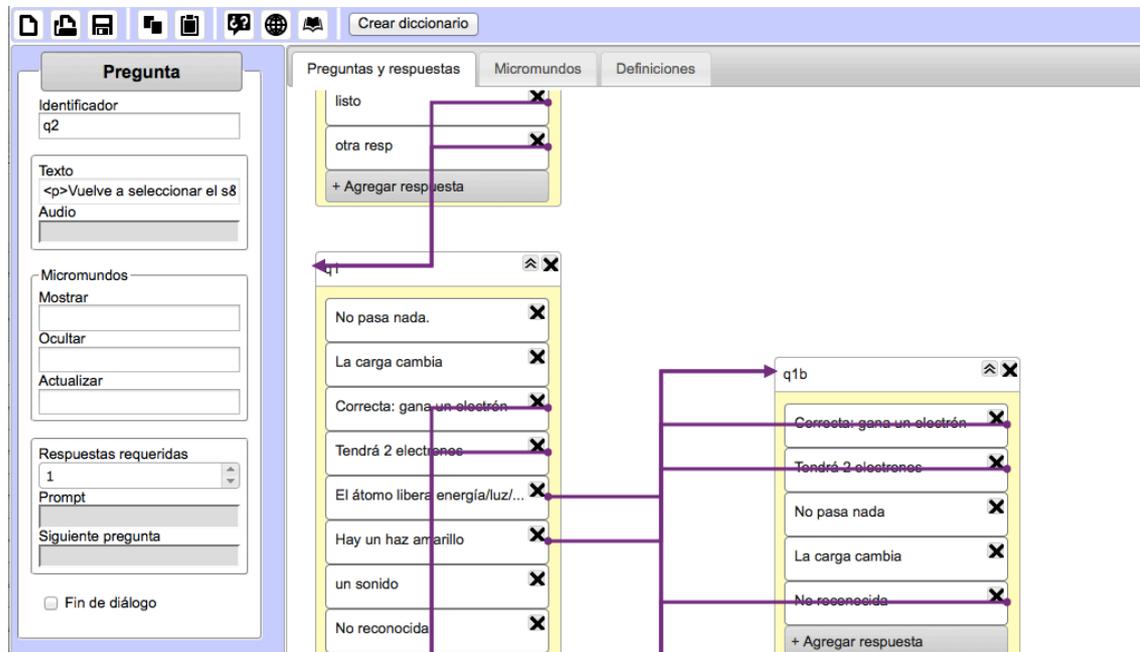
---

<sup>5</sup> Spanish WordNet (2006) fue desarrollado por los siguientes grupos de investigación: UPC NLP, TALP Research Center <http://www.lsi.upc.es/~nlp>; UB CL group, CLIC <http://clic.fil.ub.es>; UNED NLP group <http://sensei.lsi.uned.es/NLP>



Editor de expresiones lógico-semánticas

De la misma manera, la estructura global del diálogo, con todas sus preguntas, posibles respuestas y desviaciones, se elabora y edita en una interfaz de edición gráfica.



Editor de diálogos

Aunque un diálogo puede, en teoría, cobrar cualquier forma y tener la cantidad de ramificaciones y puntos de cierre que su autor decida, en la práctica, los diálogos inteligentes presentan un desarrollo temático paulatino, a menudo a partir de un caso

problema, donde el estudiante va construyendo los conceptos poco a poco a través de procesos de observación e inferencia apoyados en la interacción con los micromundos. En cuanto a la estructura del diálogo, esto implica que hay un solo eje principal con preguntas que se abordarán siempre, independientemente de los conocimientos previos, la comprensión lectora o capacidad deductiva del estudiante. A su vez, como ya señalamos, hay otras preguntas e intervenciones del tutor que se ubican fuera de ese eje central y que sirven para atender problemas específicos de cada usuario, ya sean errores en la construcción de los conceptos o lagunas en el conocimiento previo que deben ser subsanadas para poder seguir exitosamente con el diálogo.

A continuación, se ofrece un análisis más detallado de los mecanismos de *feedback* y andamiaje en un diálogo ejemplo.

#### **D. Análisis de un diálogo en función de sus episodios de andamiaje**

El diálogo que elegimos para el análisis mencionado es el de [Mezclas](#)<sup>6</sup>. Su propósito es que los estudiantes de primer año de bachillerato se familiaricen con el concepto de mezcla y conozcan sus propiedades físicas básicas. El tema se desarrolla a partir de un caso problema que involucra la contaminación de un lago por dos factores antropogénicos: deforestación y sobreexplotación del agua. En septiembre de 2014, se realizó una prueba piloto con este diálogo en el aula Telmex del CCH Naucalpan con un grupo de 18 alumnos de la maestra Rosa Elba Pérez Orta. Las contestaciones que escribieron los alumnos en el espacio de *chat* fueron registradas mediante un módulo de registro en línea y guardadas en una base de datos.

En este apartado, nos daremos a la tarea de analizar algunos episodios de andamiaje de dicho diálogo. Un episodio de andamiaje o episodio interactivo se entiende como una acción constructiva por parte de un alumno ante una tarea, y el andamiaje administrado por el agente del ambiente de aprendizaje (Peñalosa & Castañeda, 2010). A partir del esquema propuesto por Chi y colaboradores (2001), podemos afirmar que tal episodio presenta las siguientes etapas:

1. El tutor formula una pregunta inicial.

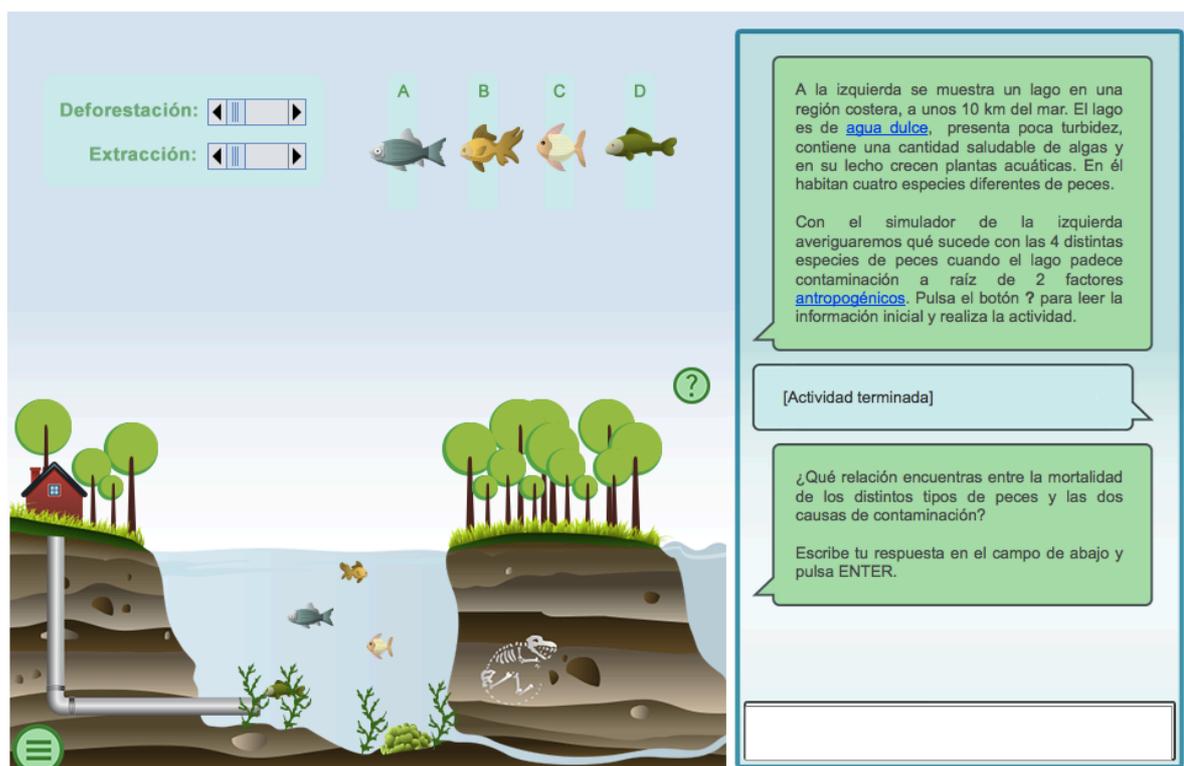
---

<sup>6</sup> Este diálogo fue elaborado por Delia Aguilar Gámez, Adolfo Argüelles Pimentel, María Guadalupe Carballo Balvanera y Rosa Elba Pérez Orta, maestros de carrera de Química del Colegio de Ciencias y Humanidades, en colaboración con la Coordinación de Tecnologías para la Docencia, DGTIC, UNAM.

2. El estudiante proporciona una respuesta preliminar.
3. El tutor brinda andamiaje a fin de mejorar o completar la respuesta del estudiante en una serie de intercambios sucesivos.
4. El tutor evalúa la comprensión del estudiante del concepto.

Cabe mencionar que los pasos 3 y 4 son los que componen el llamado andamiaje y son también los que a menudo faltan en el salón de clases (Poole, 1990).

Al principio del diálogo *Mezclas*, los alumnos deben establecer la relación causal que existe entre la mortalidad de los peces en el lago y los dos problemas ambientales referidos. Cuando el tutor formula su pregunta inicial, del lado izquierdo del *chat* se despliega un micromundo que muestra el lago con cuatro especies de peces y que tiene dos controles para explorar el efecto de cada factor contaminante sobre ellas.



Vista de la interfaz de usuario del diálogo *Mezclas*

Revisemos el siguiente episodio interactivo entre el tutor y un estudiante.<sup>7</sup>

### <Episodio interactivo 1>

#### Tutor (T1)

<sup>7</sup> Las contestaciones del estudiante se incluyen tal y como fueron escritas en el espacio del *chat*.

¿Qué relación encuentras entre la mortalidad de los distintos tipos de peces y las dos causas de contaminación? Escribe tu respuesta en el campo de abajo y pulsa ENTER.

**Alumno (A1)**

que como los arboles son un sustento para algunos recursos de la vida y si se acavan se iran acavando igual las especies que interactuan con su mismo medio

**Tutor (T2)**

Recuerda que estamos buscando la relación que existe entre la muerte de los peces y los dos factores contaminantes. Cambia los valores de ambas variables por separado y observa qué peces mueren. Luego contesta de la siguiente forma: "Cuando hay mucha ..., entonces mueren los peces del tipo ...".

**Alumno (A2)**

cuando hay mucha deforestacion muere la parte baja del lago

**Tutor (T3)**

Es cierto que algunos peces mueren por la deforestación. Pero realiza una observación más minuciosa: ¿qué peces exactamente mueren a causa de este problema?

**Alumno (A3)**

C y D mueren a causa de la deforestacion

**Tutor (T4)**

Te diste cuenta de que la deforestación conlleva la muerte de los peces de tipo C y D. Bien. ¿Qué otra relación de causalidad se observa?

**Alumno (A4)**

B y D mueren cuando hay poco agua

**Tutor (T5)**

Detectaste bien la relación entre la mortalidad de los peces de tipo B y D y la sobreexplotación del agua del lago. ¡Bien hecho!

Analicemos este episodio primero desde la perspectiva del tutor. De acuerdo con Chi y colaboradores (2001), sus intervenciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

<b>Intervenciones interactivas</b>	<b>Intervenciones no interactivas</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Preguntas de contenido</li><li>2. Pistas de andamiaje contextuales, basadas en el contenido</li><li>3. Pistas de andamiaje genéricas, por ej.: ¿Qué mas se te ocurre?</li><li>4. Preguntas para evaluar la comprensión, por ej.: ¿Te queda claro esto?</li><li>5. Respuestas a preguntas del estudiante</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>6. <i>Feedback</i> directo (positivo o negativo)</li><li>7. Explicaciones y definiciones</li></ol>

Podemos ver que en este episodio, el andamiaje consistió de tres pistas de andamiaje contextuales (T2, T3 y T4) y dos fragmentos de *feedback* directo (T4 y T5). Las pistas son

del tipo llenar espacios en blanco, pregunta orientadora y *pumping for more*, respectivamente<sup>8</sup>. Observamos también que en este episodio, la etapa 4, medir la comprensión del alumno, se omitió.

Para examinar este episodio desde el ángulo de las afirmaciones del estudiante, recordemos que tanto la oportunidad de construcción por parte del alumno como la interacción tutor-alumno son elementos significativos en el aprendizaje. De acuerdo con esta hipótesis de interacción constructiva, las participaciones del alumno en el diálogo se pueden clasificar como se muestra en la siguiente tabla:

	<b>Constructivo</b>	<b>No constructivo</b>
<b>Interactivo</b>	Contestar una pregunta Contestar una pista de andamiaje Hacer una pregunta	Dar una respuesta de tipo 'acuse de recibo' <sup>9</sup>
<b>No interactivo</b>	Dar una explicación no solicitada	Realizar una lectura

En primera instancia, queda claro que, con excepción de la lectura de la explicación inicial del caso problema, todas las intervenciones del alumno en el episodio analizado son tanto interactivas como constructivas, ya que se trata de contestaciones a preguntas y pistas del tutor. Pero también resulta interesante evaluar las respuestas en función del nivel de *demanda cognitiva de construcción*. Desde esta perspectiva, la anterior tabla se puede describir como sigue:

<b>Demanda cognitiva</b>	<b>Tipo de participación</b>
Sin demanda	<i>Acuse de recibo</i>
Baja demanda	<i>Shallow follow-up</i> : Contestación a pregunta o pista que requiere de la <b>comprensión</b> de un concepto. Incluye paráfrasis, resumen, identificación, clasificación.
Alta demanda	<i>Deep follow-up</i> : Contestación a pregunta o pista que requiere de la <b>aplicación</b> de un concepto. Incluye inferencia, hipótesis, predicción.
Muy alta demanda	<i>Reflexion</i> : Contestación a pregunta o pista que requiere de <b>reflexión</b> : integración de conceptos, crítica, debate

<sup>8</sup> Algunas técnicas comunes de andamiaje son: *pumping for more* (por ej.: '¿Qué más?'); pregunta retórica (por ej.: 'De manera que es como...'); llenar espacios en blanco; destacar propiedades esenciales; ejecutar parte(s) de la tarea; dar un ejemplo o analogía; hacer una pregunta orientadora, iniciar un proceso deductivo.

<sup>9</sup> Denominamos 'acuse de recibo' a una intervención muy breve del estudiante del tipo 'Ajá' o 'Sí', para dar a entender que está escuchando y siguiendo la explicación del tutor.

De acuerdo con esta nueva clasificación, las respuestas brindadas por el alumno en A3 y A4 caerían en la categoría de *baja demanda*.

Analicemos otro episodio interactivo. En este momento del diálogo, los alumnos ya aprendieron que la deforestación conlleva la presencia de partículas suspendidas en el agua, las cuales la hacen más turbia.

**<Episodio interactivo 2>**

**Tutor (T1)**

La **densidad** del agua es de 1 g/mL y la del material suspendido, de 1.25 g/mL. ¿Qué crees entonces que pasará con la mayoría de las partículas en suspensión después de cierto tiempo?

**Alumno (A1)**

se volverían tóxicas

**Tutor (T2)**

Elige entre las siguientes opciones: Subirán a la superficie, sedimentarán o se disolverán.

**Alumno (A2)**

Subirán a la superficie.

**Tutor (T3)**

Recuerda que las sustancias que tienen mayor densidad se van al fondo y las de menor densidad quedan arriba. ¿Cómo se compara la densidad de las partículas de suelo con la densidad del agua? ¿Qué pasará entonces con aquellas?

**Alumno (A3)**

Sedimentarán

**Tutor (T4)**

En efecto, las partículas quedarán en el fondo ya que tienen mayor densidad que el agua. He aquí otra causa de la mortalidad de los peces C y D: los sedimentos que se van acumulando destruyen sus sitios de alimentación y desove.

Nuevamente notamos que la etapa de andamiaje en este episodio ocupa varios intercambios. Cabe señalar que la respuesta inicial del alumno (A1) es una respuesta no reconocida, es decir, no fue contemplada como respuesta posible en el diseño del diálogo y, por ende, no le corresponde ningún árbol lógico-semántico. Entonces, ante la ausencia de una posible retroalimentación, el tutor orienta al alumno ofreciéndole tres opciones, que

corresponden a respuestas previstas. Ésta es una estrategia para desbloquear un episodio interactivo estancado que se usa frecuentemente en el sistema. En cuanto a la demanda de construcción, este episodio se ubica en el nivel de alta demanda.

Analicemos ahora un último episodio.

### <Episodio interactivo 3>

#### Tutor (T1)

Cuando la tasa de extracción es muy alta, el nivel del agua del lago baja, permitiendo la entrada del agua del mar y ocasionando que el agua subterránea se contamine ya que contendrá una mayor concentración de sales disueltas. Esta “intrusión salina” causa la muerte de aquellos peces cuyo organismo no es resistente a elevados grados de salinidad, en este caso los peces B y D.

Con base en el párrafo anterior, elabora una definición de **salinidad**.

#### Alumno (A1)

es la cantidad de sal en el agua

#### Tutor (T2)

Exactamente, la salinidad se refiere a la cantidad proporcional de sales que contiene el agua. Sin embargo, falta aclarar un aspecto esencial de la salinidad. ¿Cuál es la [propiedad característica](#) involucrada en la salinidad?

#### Alumno (A2)

No sabría decirte

#### Tutor (T3)

Te doy una ayuda: a diferencia de las partículas de suelo, la sal (que también tiene una mayor densidad que el agua) *no* se sedimentará. ¿A qué se debe eso?

#### Alumno (A3)

a que no se

#### Tutor (T4)

Debido a que la sal está *disuelta* en el agua, no se va a asentar en el fondo como lo hicieron las partículas de suelo. La propiedad a la que me refería es la [solubilidad](#).

En este tercer episodio, el tutor detecta que en la definición de salinidad del estudiante (A1) falta un elemento importante: que la sal *se disuelve* en agua. Por lo mismo, antes de proseguir con el diálogo, hace una pregunta orientadora (T2) y luego destaca una propiedad esencial (T3) para encauzar al alumno hacia la idea faltante... ¡sin lograrlo! Al final, el tutor termina por darle la respuesta al alumno. Se podrían haber proporcionado más pistas de andamiaje, con el apoyo de algún micromundo interactivo, para que el alumno dedujera por su propia cuenta la propiedad faltante de la solubilidad de la sal. Sin embargo, esto desviaría demasiado el rumbo del diálogo, cuyo alcance no da para ahondar más en este concepto. Por lo mismo, solo se proporcionó una liga a una definición del término. Cabe mencionar que en este episodio, la demanda cognitiva se ubica nuevamente en el nivel bajo de la comprensión.

Sería interesante analizar también algunos micromundos de este y otros diálogos, donde, al igual que en el *chat*, se procura brindar un trabajo constructivo apoyado en la interacción tutor-alumno. Sin embargo, tal análisis queda fuera del alcance de esta ponencia.

## **E. Conclusiones y acciones para el futuro**

Un breve análisis de algunos episodios interactivos del diálogo *Mezclas* demuestra que el ITS Diálogos Inteligentes facilita la producción de episodios interactivos efectivos, que permiten la construcción de conocimientos en respuesta a un andamiaje de múltiples intercambios. Esta efectividad interactiva se apoya antes que nada en un diseño instruccional cuidadoso, que contempla distintos niveles de demanda cognitiva y proporciona una adecuada atención a ciertos errores conceptuales comunes. Gracias a los llamados ‘árboles lógico-semánticos’, mediante los cuales se pueden detectar matices y faltas sutiles en las respuestas escritas por el estudiante en lenguaje natural, el sistema logra dar una retroalimentación que no solo es oportuna y sistemática, sino que va más allá de los mensajes de retroalimentación cortos y genéricos proporcionados por materiales interactivos más convencionales. Sin embargo, esta personalización de la interactividad está supeditada no solo a la eficiencia misma de los árboles, cuya construcción requiere de una codificación manual que puede ser laboriosa, seguida de muchas pruebas por ensayo y error, sino también a lo que es posible *prever* que conteste el alumno. En el plano didáctico, estas restricciones tienen dos importantes consecuencias. En primer lugar, el estilo de

tutoría de los diálogos inteligentes tiende a ser más bien didáctico, con un tutor que da muchas explicaciones más o menos largas, toma relativamente muchos turnos y controla el diálogo. En segundo lugar, el trabajo de construcción que representa una demanda cognitiva más elevada, con base en predicciones y reflexiones profundas como críticas y debates, se vuelve más difícil —aunque no imposible—, por la misma necesidad de prever y codificar adecuadamente las respuestas del estudiante. Aun con estas limitaciones, Diálogos Inteligentes es una herramienta educativa novedosa que ofrece dos modalidades interactivas en un alto nivel de interactividad: tutoría y recursos digitales. Debido a esta característica, el sistema puede ser de gran utilidad en ambientes educativos en línea y para la educación a distancia, donde la posibilidad de ofrecer al estudiante una orientación y evaluación del desempeño constantes y personalizadas es, por lo general, más remota que en un escenario de aprendizaje presencial.

Una de las acciones inmediatas para el futuro deriva de la imposibilidad de prever todas las respuestas factibles. En ese sentido, se planea aprovechar el recién desarrollado sistema de registro de contestaciones de los alumnos para detectar de manera automática ciertas respuestas no reconocidas que se repitan. Por ejemplo, en el diálogo *Mezclas*, al elaborar su definición de ‘salinidad’, varios alumnos contestaron algo semánticamente similar a que ‘la cantidad de sal en el agua *augmenta*’, noción equivocada que no estaba contemplada entre las posibles respuestas.

También existe la necesidad de corroborar la validez de la hipótesis de construcción interactiva de Chi y su particular implementación dentro de nuestro ITS. En la prueba piloto que se realizó con el diálogo *Mezclas*, se realizó un breve pre y posttest; sin embargo, los resultados se tuvieron que descartar, entre otros porque los alumnos que participaron en la prueba ya habían estudiado el tema recientemente en el salón de clases. Por eso, se pretende realizar un estudio comparativo del impacto en distintos niveles de demanda cognitiva de un diálogo y otros materiales que tienen el mismo diseño instruccional, pero no presentan el mismo nivel de interactividad y andamiaje.

## Bibliografía

- Azevedo, R.; Witherspoon, A.; Chauncey, A.; Burkett, C. & Fike, A. (2009). "MetaTutor: A MetaCognitive Tool for Enhancing Self-Regulated Learning". Department of Psychology, Institute of Intelligent Systems. Recuperado de <http://www.aaai.org/ocs/index.php/fss/fss09/paper/download/995/1253>
- Bjork, R.A.; Dunlosky, J. y Kornell, N. (2013). "Self-regulated Learning: Beliefs, Techniques, and Illusions", *Annual Review of Psychology*, 64, pp. 417-44. Recuperado de [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org)
- Chi, M. T.H.; Siler, S.A.; Jeong, H.; Yamauchi, T. y Hausmann, R. (2001). "Learning from human tutoring", *Cognitive Science*, 25, pp. 471-533. Recuperado de [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1207/s15516709cog2504\\_1/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1207/s15516709cog2504_1/pdf)
- Gallin, P. (s.f.). "Dialogic learning. From an educational concept to daily classroom teaching."
- Getzlaf, B.; Perry, B.; Toffner, G.; Lamarche K. y Edwards, M. (2009). "Effective Instructor Feedback: Perceptions of Online Graduate Students", *The Journal of Educators Online*, Volume 6, Number 2. Recuperado de <http://www.thejeo.com/Archives/Volume6Number2/GetzlafetalPaper.pdf>
- Hattie, J. y Yates, G. (2014). "Using Feedback to Promote Learning", *Applying Science of Learning in Education. Infusing Psychological Science into the Curriculum*. American Psychological Association. pp. 45 - 58.
- Kornell, N., Hays, M. J., & Bjork, R. A. (2009). Unsuccessful retrieval attempts enhance subsequent learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35 (4), pp. 989 - 998.
- Lepper, M. R., Woolverton, M., Mumme, D. L., & Gurtner, J. L. (1991). Motivational techniques of expert human tutors: lessons for the design of computer-based tutors. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Merrill, D. C., Reiser, B. J., Merrill, S. K., & Landes, S. (1995). Tutoring: guided learning by doing. *Cognition and Instruction*, 13(3), 315-372.
- Merrill, D. C.; Reiser, B. J.; Ranney, M. y Trafton, J. G. (1992). "Effective tutoring techniques: comparison of human tutors and Intelligent Tutoring Systems", *The Journal of the Learning Sciences*, 2(3), 277-305.
- Poole, D. (1990). Contextualizing IRE in an eighth-grade quiz review. *Linguistics and Education*, 2, pp. 185-211.
- Peñalosa Castro, E. y Castañeda-Figueras, S. (2010). "Análisis Cuantitativo de los efectos de las modalidades interactivas en el aprendizaje en línea", *RMIE*, Octubre-Diciembre 2010, Vol. 15, Núm. 47, pp. 1181-1222. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14015564011>
- Potts, R. y Shanks, D.R. (2013). *The benefit of generating errors during learning*. University College London. Recuperado de <http://psycnet.apa.org/psycarticles/2013-23516-001>