# Estrategias utilizadas en la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico

**Grupo Azarquiel**

## Introducción

En esta comunicación presentamos parte de los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas dentro de Planes Nacionales de Investigación Educativa del C.I.D.E., durante los cursos 1987-88 y 1988-89, que trataban de averiguar *las dificultades del aprendizaje del Algebra en Secundaria.*

El objetivo inicial de este trabajo era estudiar las dificultades planteadas en ***la resolución de problemas de enunciado verbal en los que se utiliza una ecuación de primer grado o un sistema lineal de dos ecuaciones con dos incógnitas,*** ya que considerábamos, como la mayoría de los profesores lo hace, que la mayor dificultad presentada en Algebra estaba en la resolución de estos problemas.

La primera fase de esta investigación consistió en recoger datos sobre los errores cometidos por los alumnos y cuantificarlos, para así conocer cuáles eran los que tenían más relevancia.

Para analizar los errores, se pasaron problemas de enunciado verbal con distintos grados de dificultad. Los sujetos de la investigación fueron 180 alumnos de 1º de BUP de distintos Centros de Madrid y niveles de comprensión muy diferentes.

La idea inicial era que de las tres fases que se suelen seguir en la resolución de estos problemas (**planteamiento**, **resolución** y **descodificación de la solución**) la mayor dificultad estaba en la primera. Dentro de esta fase distinguíamos entre:

* **Lectura y comprensión del texto,** que es en realidad una fase previa, y
* **Traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico.**

El punto de partida era dar por supuesta la competencia algebraica de los alumnos, ya que, dado su nivel (1º de B.U.P.), pensábamos que eran capaces de practicar el método algebraico para el que habían sido adiestrados en los dos cursos anteriores, 7º y 8º de E.G.B., y conocían las destrezas algebraicas básicas. Por tanto, nuestra hipótesis fue suponer que:

**«si un alumno, de este nivel, no resuelve un problema de enunciado verbal por métodos algebraicos, es porque no comprende el enunciado».**

Esta hipótesis nos llevó a detectar y analizar los errores de comprensión. No tuvimos dificultad en aislar los de comprensión **sintáctica**, y pudimos observar que no se produjo prácticamente este tipo de errores cuando en los enunciados se utilizaba un vocabulario asequible y construcciones sintácticas correctas. Sin embargo, en el caso de la comprensión **semántica**, el problema se planteó al distinguir cuándo un error se producía debido a una falta de comprensión semántica del texto o en el proceso de traducción al lenguaje algebraico. Para ayudarnos a diferenciar unos de otros, pedíamos a los alumnos que resolvieran los problemas por métodos no algebraicos, utilizando el procedimiento que consideraran conveniente (tanteo, gráficos, recuentos, tablas,...), en lo que habían sido adiestrados, y, una vez resueltos de forma correcta, se les pedía que los resolvieran utilizando métodos algebraicos. Comprobamos que muchos alumnos que los resolvían correctamente por métodos no algebraicos, cometían errores cuando lo hacían utilizando métodos algebraicos.

Con este procedimiento, pudimos diferenciar los errores **de comprensión del enunciado** y los producidos **al realizar la traducción del lenguje natural al algebraico.** Los porcentajes (sobre el total de alumnos) de errores de comprensión estaba entre el 10% y el 15%, dependiendo del tipo de problemas. Sin embargo, en la traducción del lenguaje natural al algebraico, el porcentaje de error fue mucho mayor en todos los tipos de problemas investigados: de un 30% a un 50% (sobre el total de alumnos).

A la vista de estos resultados, supusimos que no se confirma la hipótesis de partida puesto que, contra lo que esperábamos, no tenían apenas errores de comprensión, pero sí tenían dificultades cuando intentaban hacerlo por métodos algebraicos. En consecuencia, se realizó un estudio cualitativo de los errores de traducción y de los procesos que siguen al traducir del lenguaje natural al lenguaje algebraico, mediante cuestionarios y entrevistas personales. En estas entrevistas se pedía que dijeran en voz alta lo que pensaban al resolver el problema. Los diálogos se grabaron en vídeo.

Esta fase fue muy costosa en principio, pues no fue fácil sacar muchas conclusiones, ya que los alumnos, muchas veces, no sabían por qué habían actuado así.

A partir de los resultados obtenidos en las entrevistas redujimos la investigación únicamente al estudio de las ***«estrategias utilizadas por los alumnos de 14-15 años en la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico»***

## Estrategias más frecuentemente utilizadas en la traducción del lenguaje natural al algebraico

En la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico nos fijamos en:

* **La escritura simbólica de las condiciones establecidas en el enunciado.**
* **La escritura de la ecuación o ecuaciones correspondientes utilizando los símbolos algebraicos.**

Observamos que muchos alumnos que eran capaces de traducir simbólicamente las frases establecidas en el enunciado del problema, no llegaban a establecer la ecuación o ecuaciones y cometían errores al plantearlas, pues desconocían la relación que se establecía entre las cantidades.

Vamos a presentar aquí distintas estrategias utilizadas en la traducción y que se ponen de manifiesto en los ejercicios de los alumnos.

### *A) Letras utilizadas como objetos*

Los alumnos frecuentemente no distinguen entre variables y nombres. Ven las letras, simplemente, como nombres que expresan los objetos, en lugar de como variables que representan una cantidad no determinada. Este hecho es uno de los principales mecanismos causantes de un gran porcentaje de errores en el planteamiento de los problemas.

*Teniendo en cuenta el plan de una fábrica de coches, deben construirse 40 coches diarios. Sin embargo, si cada día se fabrican 5 coches más, tres días antes del final, solamente quedan 75 coches por hacer. ¿Cuántos días tenían que trabajar según el plan inicial? ¿Cuántos coches tenían que construir en total?*

Podemos ver que el alumno utiliza las letras **x** e **y** en sustitución de las palabras **coches** y **días**, respectiva-

$x$ = coches
$y$ = días

$$\left.\begin{array}{l} 40x = y \\ \\ 5x \cdot y = -75x - 3y \end{array}\right\} \begin{array}{l} \longrightarrow \text{40 coches por día, sería } 40x = 1y \text{ (1día)} \\ \\ \longrightarrow \text{Cada día se fabrican 5 coches más} \end{array}$$

$5x$ (5 coches). $y$ (por día). Ésto sería igual a que 3 días antes, $-3y$, que darán 75 coches ($75x$)

mente: cuando escribe **40x** quiere decir **40 coches** y no 40 veces el número de coches e, igualmente, respecto a **días.**

### *B) Distintos significados del signo « = »*

En muchos casos, en la resolución de estos problemas, el signo «=» se utiliza más como un signo de puntuación sintáctica que como un símbolo algebraico que representa una situación de equilibrio.

Es frecuente que los alumnos utilicen este signo para expresar la causalidad de lo que ocurre.

Como podemos observar, en el ejercicio del apartado anterior el signo «=» indica «**en un día**» («se fabrican 40 coches en un día»); está utilizado como un marcador causal.

### *C) Traducción literal*

Esta estrategia es muy común y consiste en asociar el orden en que aparecen las palabras clave del enunciado del problema, con el orden de los símbolos que utilizan en la expresión algebraica.

El alumno del ejemplo anterior hace una «traducción literal» del enunciado verbal al lenguaje algebraico, cuando escribe literalmente, y utilizando las letras como los objetos **coches** y **días**: «...si cada día se fabrican 5 coches más, tres días antes del final, quedan sólo 75 coches por hacer» que traduce por **5x · y = -3y - 75.**

### *D) Acercamiento a la comparación estática*

Se utiliza cuando se trata de comparar cantidades para establecer la igualdad de la ecuación, y consiste en poner el factor multiplicador al término mayor. Es una forma bastante usual de comparar los tamaños relativos de los dos grupos de una forma muy estática.

En el siguiente ejercicio, la alumna explica que multiplica por 3 «**para que tenga la segunda vasija el triple de la primera**»

*En dos vasijas hay la misma cantidad de agua. Sacamos 26 litros de una de ellas y los echamos en la otra; ésta tiene ahora triple número de litros que la primera. ¿Cuántos litros había al principio en cada vasija?*

En la página siguiente, la hoja de resolución de la alumna.

### *E) Utilizar la letra X para designar casi siempre la variable*

El uso generalizado en álgebra de la letra «x», cuando se quiere indicar la incógnita, nos lleva a situaciones tan contradictorias como la de la de la resolución presentada en el problema que sigue:

*En una parcela, la piscina ocupa 25 m²; la casa ocupa tanto como la piscina y la mitad del jardín; el jardín, tanto como la piscina y la casa juntas. ¿Cuántos m² mide la parcela?*

Piscina $= 20\ m^2$

Casa $= 20 + \frac{X}{2}$

Jardín $= X = 20 + 20 + \frac{X}{2}$

Parcela $= 20 + 20 + \frac{X}{2} + 20 + 20 + \frac{X}{2} = X$

Esta alumna utiliza la letra «**x**» para representar los metros cuadrados que mide al jardín y para representar los metros cuadrados que mide la parcela. Aunque en la entrevista se puso de manifiesto que veía perfectamente la diferencia entre ambas incógnitas, ya que al preguntarle el profesor por qué lo había puesto contestó: «**He puesto X para las dos cosas porque siempre a la incógnita se le llama X, peor son dos X distintas**».

$$\left.\begin{array}{l} x \to \text{vasija} \\ y \to \text{vasija} \end{array}\right\} -52$$

$$x = y$$

$$x - 26 = \underline{\underline{(y+26)\cdot 3}} \to x - 26 = 3y + 78$$

$$y = \frac{x-26-78}{3}$$

$$y = \frac{x-104}{3} \to 3x = x - 104$$

$$3x - x = -104$$

$$2x = -104$$

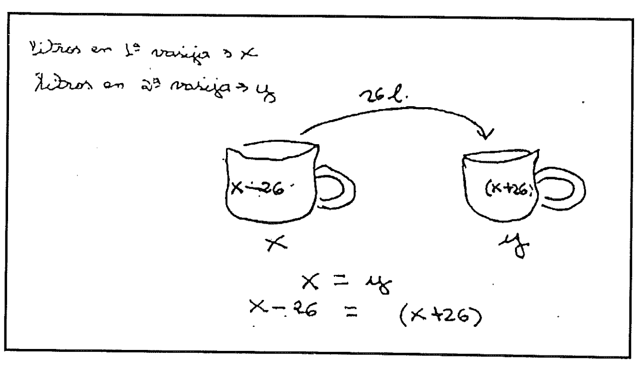
$$x = \frac{-104}{2} = -52$$

A cada encógnita he dicho que es una vasija luego
en el planteamiento las he igualado ($x=y$) porque nos
dicen que tienen la misma cantidad de agua. Luego
a una vasija lo he restado 26 porque nos dice que
le sacamos esos litros para que luego sumado
a la otra y multiplicado por tres para que tenga la
2ª vasijo el triple que la primera. Y luego las
he hallado,

### *F) Reducción de campo*

Esta estrategia, aunque se utiliza en situaciones muy diferentes y a veces con significados muy distintos, podemos decir que consiste en quedarse sólo con las condiciones que le parecen más relevantes del enunciado, no teniendo en cuenta el resto.

En la entrevista mantenida con una alumna que resolvió el problema de las vasijas, justifica la igual-



dad **X - 26 = X + 26** diciendo: «**Escribo X - 26 = X + 26 porque el problema dice que las dos vasijas son iguales, y aunque saque 26 litros de una y los eche en la otra, tengo que poner que las dos vasijas son iguales. Ya sé que no puede ser X - 26 = X + 26 y que es una tontería, pero lo dice el problema**».

Como se ve, para esta alumna, la información de que las dos vasijas «sean iguales» (letras como objetos) es una información que procesa de forma prioritaria, hasta el punto de admitir que aunque es «una tonteria», «**lo dice el problema**».

***G) Necesidad de clausura***

Consiste en cerrar la operación, ante la necesidad de dar un resultado numérico. Esta estrategia aparece en situaciones muy diversas y es frecuente cuando se inicia el aprendizaje del álgebra y se están dando los primeros pasos de la aritmética al álgebra. Veamos, a vía de ejemplo, la solución que da un alumno al problema de la parcela *(Ver resolución del alumno).*

Se observa que el alumno entiende perfectamente el problema y sabe que para obtener la medida de la

Piscina $= 20\,m^2$ $\quad x = m^2$

Casa $= 20 + \frac{x}{4}$

Jardín $= 20 + 20 + \frac{x}{4}$

Para hallar este problema hay que sumar los $m^2$ de la piscina, de la casa y del jardín para hallar los $m^2$ que tiene la parcela

$$20 + 20 + 20 + 20 + \frac{x}{4} + \frac{y}{4}$$

$$80 + \frac{2x}{4} = 320 + 2x =$$

$x = \frac{320}{2} = 160\,m^2$ ~~tiene~~ tiene la parcela.

parcela debe sumar los metros cuadrados que mide la casa, los metros cuadrados que mide la piscina y los metros cuadrados que mide el jardín. Sin embargo, no establece ninguna igualdad, pero nota que le falta un miembro para que sea una ecuación. Y lo resuelve igualando, mentalmente, a cero, aunque no lo escribe en el papel.

## Conclusiones

Los resultados de esta investigación nos llevaron a plantearnos la enseñanza del Algebra. Llegamos a algunas conclusiones que ya sospechábamos: **que es muy prematuro el momento en el que se inicia y que se hace de una forma rápida y muy centrados en destrezas.**

Tanto profesores como libros de texto, admiten de forma preferente que el Algebra es un lenguaje y, sin embargo, no suele hacerse un trabajo en profundidad de la traducción en los dos sentidos (del natural al algebraico y viceversa).

Entendiendo que la competencia algebraica no se puede valorar sólo con las destrezas sino con el dominio del uso del lenguaje, consideramos que algunos de los errores cometidos por los alumnos era posible que no se produjeran si se les iniciaba en el Algebra de una forma completamente distinta y utilizando materiales de apoyo.

Animados por esta idea, diseñamos unos materiales que tuvieran en cuenta todos estos aspectos.

Hemos podido comprobar, con el uso de estos materiales, que los errores debidos a la traducción de un lenguaje a otro (en los dos sentidos) disminuyen significativamente, lo que supone una mayor competencia algebraica.

**Grupo Azarquiel**
*Soc. de Profs. de Matemáticas*
*«Enma Castelnuovo»*