

Aplicación de juegos en clase, una mirada desde la ingeniería didáctica

Application of games in class, a view from the engineering teaching

Rivas, Derwis^{1*}; Fajardo, Eddy² y Villalba, Deicy¹

¹Departamento de Cálculo. Facultad de Ingeniería. ²Postgrado de Estadística ULA

Mérida, Venezuela

*derivass@ula.ve

Resumen

El bajo rendimiento de los estudiantes en los primeros cursos de cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes y el creciente número de estudiantes que repite estos cursos hace suponer que el enfoque dado a la enseñanza en los principios del cálculo no es la adecuada. Motivados en las ideas de Jerome (Bruner, 1984) decidimos aplicar un juego como estrategia didáctica en el salón de clases que permitiera a los estudiantes no solamente recordar los conocimientos adquiridos previamente sino el desarrollo del pensamiento, la motivación por el estudio, la participación en la construcción de las ideas inherentes al cálculo, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje cooperativo. La implementación del juego "dominó aritmético" hizo posible que estos aspectos se pusieran de manifiesto en el desarrollo de la clase. El presente trabajo tiene como objetivo presentar el juego "Dominó Aritmético" y los resultados obtenidos durante la aplicación del mismo.

Palabras clave: Cálculo, estrategia didáctica, ingeniería didáctica, juegos.

Abstract

The poor performance of students in the early calculus courses at the Faculty of Engineering of the Universidad de Los Andes and the increasing number of students who repeat these courses suggests that the approach to teaching the principles of calculation is not appropriate. Motivated by the ideas of Jerome (Bruner, 1984), we decided to implement a game in the classroom as a didactic strategy in order to recover not only the previous knowledge of the students but the formation of the analytical thoughts, motivation for the study, participation in the building of calculus-oriented ideas, problem-based learning and cooperative learning. The implementation of the game "Arithmetic dominoes" allowed these issues appear in the development of the class. This paper aims to present the play "Arithmetic dominoes" and the results obtained during its application.

Key words: Calculus, teaching strategy, engineering teaching, games.

1 Introducción

Según (Artigue, 1995a), numerosas investigaciones muestran, con convergencias sorprendentes, que si bien se puede enseñar a realizar de forma más o menos mecánica algunos cálculos y operaciones básicas y a resolver algunos problemas estándar, no se garantiza que ellos (los estudiantes) alcancen una comprensión satisfactoria de los conceptos y métodos que permiten la apropiación real de estos procesos para ser aplicados en diversas situaciones. Estos estudios también muestran, de manera clara, que la enseñanza

tradicional tiende a centrarse en una práctica algorítmica y algebraica del cálculo y a evaluar en esencia las competencias adquiridas en ese dominio.

La enseñanza del cálculo, en particular, la enseñanza del primer cálculo (Cálculo 10) que se desarrolla en las aulas de clase de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes (ULA) es un reflejo de esa situación. Al dirigir la enseñanza en esa dirección, se permite el avance de estudiantes hacia cursos posteriores al curso Cálculo 10 porque "demuestran", en la evaluación, manejo algebraico-algorítmico de los conceptos matemáticos estudiados en

clase.

Bajo estos parámetros, no hay garantía que el alumno que aprueba y avanza, este consciente que el conocimiento que él construye le sirve para algo más que para aprobar un examen, o mejor, adquiera conciencia que “eso” que aprende le es necesario más adelante, no sólo en su desempeño como estudiante en las futuras materias, sino también, en su desempeño como futuro profesional.

El bajo rendimiento de los estudiantes en los cursos de cálculo, posteriores al curso Cálculo 10, y el alto número de estudiantes repitientes en dichos cursos (según muestran los Informes de Rendimiento de la Oficina de Registros Estudiantiles de la Facultad de Ingeniería ULA) nos advierte que la situación antes expuesta no está lejos de la realidad.

Permítannos explicar con un ejemplo lo que está ocurriendo. En el curso de Cálculo 10, los conceptos de límite finito, límite infinito y límite al infinito, son a los que más tiempo se les dedica en la enseñanza: calcular límites, estudiar su existencia e interpretar geoméricamente su resultado son sólo algunos de los objetivos académicos presentes en el programa de esta asignatura. Sin embargo, cuando un estudiante aprueba este curso y continúa con el siguiente se enfrenta a la necesidad de estudiar el comportamiento de ciertas funciones. Para ello, la presencia o no de las asíntotas, en la función, juega un papel de suma importancia, y ésta se estudia con el cálculo-análisis de ciertos límites. Es común que al llegar a la instancia de calcular el límite e interpretar su resultado, los estudiantes muestren ciertas deficiencias: en algunos casos no logran calcular el límite, y si lo logran, no comprenden su significado.

Acuciados por la necesidad de enfrentar esta situación, nos proponemos la necesidad de plantear nuevos escenarios que nos conlleve a renovar las actividades didácticas en el salón de clases. De manera que, uno de los objetivos fundamentales de esta investigación es proponer nuevas estrategias didácticas que dejen de lado el aprendizaje de los contenidos matemáticos basado en el enfoque algebraico-algorítmico, permitiendo de esta manera, el paso a una praxis mejor adaptada a una enseñanza integral del cálculo.

Estamos conscientes que una propuesta de este tipo debe promover, en el salón de clases, el desarrollo del pensamiento, la motivación al estudio, la participación del estudiante en la construcción de las ideas inherentes al cálculo, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje cooperativo. Fomentar el aprendizaje cooperativo en el aula es quizás uno de los aportes más importantes producto de la presente investigación, ya que con él, se promueve el diálogo entre los estudiantes muy necesario en el desarrollo del pensamiento. Al respecto, (Bruner, 1984) afirma: “*El desarrollo del pensamiento puede estar determinado en gran medida por la posibilidad de diálogo, que se va interiorizando hasta ser capaz de seguir su curso dentro de la propia mente.*”

La propuesta está fundamentada en la aplicación de juegos en el salón de clase. (Bruner, 1984) expone:

“El juego para el niño y para el adulto es una forma

de usar la inteligencia o, mejor dicho, una actitud con respecto al uso de la inteligencia. Es un banco de prueba, un vivero en el que se experimentan formas de combinar el pensamiento, el lenguaje y la fantasía.” (p. 85).

Como también:

“En primer lugar, en el juego se reduce la gravedad de las consecuencias de los errores y los fracasos. En el fondo, el juego es una actividad seria que no tiene consecuencias frustrantes para el niño. Se trata, en suma, de una actividad que se justifica por sí misma. En consecuencia, el juego es un excelente medio de exploración que de por sí infunde estímulo” (p.79).

Apoyados en estas afirmaciones y en otras, que más adelante mencionaremos, hemos decidido proponer la enseñanza de algunos contenidos de un curso de Cálculo 10 basado en la aplicación de un juego.

2 Metodología

Emplearemos la Ingeniería Didáctica (Artigue, 1995b) como metodología de investigación en el desarrollo de la presente investigación. La noción de ingeniería didáctica surgió, en la didáctica de las matemáticas, a comienzos de los años 80 por la necesidad de establecer en este campo una doble función: a) Por un lado desprenderse de relaciones entre investigación y acción, pensadas sea en términos de innovación, sea con la intermediación de la noción de investigación-acción, para afirmar la posibilidad de una acción racional sobre el sistema, con base en los conocimientos didácticos preestablecidos y, del otro lado b) resaltar la importancia de la “realización didáctica” en clase como práctica investigativa, tanto por sus razones vinculadas al estadio de juventud de la investigación didáctica, como para poder responder a necesidades permanentes de poner en práctica las construcciones teóricas elaboradas.

La ingeniería didáctica, como metodología, se basa en cuatro fases:

- Fase 1, de análisis preliminar.
- Fase 2, de concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas.
- Fase 3, de experimentación.
- Fase 4, de análisis a posteriori y evaluación.

A continuación detallamos cada una de estas fases en el desarrollo de la actividad realizada que consistió en el repaso de los números reales, primer tema de enseñanza en el Programa de Cálculo 10.

3 Análisis preliminar

El contenido curricular a referenciar corresponde a la Unidad 1: Números Reales. Este contenido consta de:

1.-Números Naturales, Enteros, Racionales e Irracionales.

- 2.-Operaciones y Propiedades.
- 3.-Recta real, expansión decimal y fracción generatriz.

De acuerdo al Programa de Cálculo 10, este contenido constituye el punto de partida para la construcción del andamiaje que el estudiante requiere para seguir con éxito el curso de Cálculo 10. Algunos de los objetivos curriculares contemplados en esta parte de la enseñanza son: Identificar y diferenciar los distintos tipos de números, realizar operaciones con los números naturales, enteros y racionales e identificar la propiedad de cerradura de las operaciones, aplicar propiedades de los exponentes, realizar operaciones con radicales y encontrar la fracción generatriz de un número racional.

Como se puede notar, lo que se espera del estudiante, en esta área del conocimiento, está al nivel de aplicación y operatividad, a excepción de: identificar y diferenciar entre los distintos tipos de números, e identificar la propiedad de cerradura en las operaciones. De acuerdo con la Taxonomía de Bloom (1956) para los objetivos educacionales, estos objetivos, en el dominio cognitivo, sólo llegan al nivel de conocimiento, comprensión y aplicación. Por lo tanto, no se le exige al estudiante niveles de abstracción tal como se le pediría a un estudiante de matemáticas en un curso de análisis. Por el contrario, en esta parte del contenido, el nivel de exigencia que se le pide al estudiante es muy parecido al nivel de exigencia que se le pediría a un escolar de 1er a 5to año de educación media diversificada.

Tradicionalmente, la estrategia didáctica desarrollada en clase para explicar esta área del conocimiento consiste en clases magistrales acompañadas de una lista de ejercicios que el estudiante debe desarrollar en casa (alrededor de 100). Esta lista de ejercicios sólo contempla el desarrollo de operaciones y la aplicación de propiedades. De manera que, durante la clase; el profesor dedica muy poco tiempo para explicar la resolución de algunos problemas y permite muy poco la ejercitación guiada de los problemas propuestos en la lista de ejercicios. De acuerdo con algunos profesores entrevistados, la razón de esta estrategia didáctica se debe a que ese conocimiento “debió ser adquirido por el estudiante durante su formación pre-universitaria, y en este momento lo que se le pide es que lo recuerde resolviendo los ejercicios propuestos en el problemario, que deben ser resueltos en casa”.

Evidentemente, tenemos una praxis centrada en el desarrollo algebraico-algorítmico donde al parecer, por el problemario propuesto y las entrevistas realizadas, lo único que importa es desarrollar operaciones y aplicar propiedades, dejando a un lado, identificar y diferenciar entre los distintos tipos de números y la posibilidad de aplicar estos conceptos en una situación real, es decir, los números reales sólo sirven para sacar cuentas (resolver operaciones aritméticas) y sólo existen en el salón de clases.

Los efectos de ésta praxis educativa se ve reflejada en los resultados de la primera evaluación, sólo un 15% de un grupo de 60 estudiantes aprueba el examen (con notas comprendidas entre 10 y 15 puntos). A estos resultados, que de

por sí mismo no son halagadores, hay que agregarle el hecho que los estudiantes que aprueban protagonizan un proceso de aprendizaje enfocado en el desarrollo algebraico-algorítmico de las operaciones. Los resultados están muy lejos de ser exitosos.

No obstante, nuestro objetivo no es analizar los resultados obtenidos en la evaluación de un curso orientado en esta práctica didáctica, aunque no se niega que estos resultados deben indicar que algo está ocurriendo y que la metodología empleada deber ser analizada (es una de las funciones de la evaluación). Estamos más interesados en las consecuencias que conlleva esta práctica didáctica en la construcción del conocimiento que el estudiante ha desarrollado como protagonista de este proceso.

En relación a esto es conveniente presentar un extracto de una prueba escrita realizada por un estudiante. En la Fig. 1 se muestra el procedimiento que realiza un estudiante, durante una prueba, para hallar un vector que verifica ciertas condiciones¹. El procedimiento está perfecto. Sin embargo, para el estudiante, los números $32/\sqrt{381}$ y 2 son iguales. Evidenciando deficiencias a la hora de identificar y diferenciar entre números racionales e irracionales. Además, en conversación con el estudiante pudimos notar otra deficiencia: no hay cuidado a la hora de aproximar irracionales por medio de racionales. Al preguntarle ¿por qué el resultado? Él afirmó: “use la calculadora $32/\sqrt{381} = 1,6394096626513919190698497818164$ y aproxime el resultado a 2”.

$$\begin{aligned} \vec{u} &= \begin{vmatrix} i & j & k \\ -2 & 5 & -2 \\ 3 & -2 & 4 \end{vmatrix} \\ &= (20 - 4)\vec{i} - (-8 - (-6))\vec{j} + (4 - 15)\vec{k} \\ &= \langle 16, 2, -11 \rangle \Rightarrow \\ \vec{u} &= \frac{2\langle 16, 2, -11 \rangle}{\sqrt{(16)^2 + (2)^2 + (-11)^2}} = \langle 2, -0.2, -1 \rangle \end{aligned}$$

Fig. 1. Cálculo del vector u hecho por el estudiante durante el examen

Como docentes nos preguntamos ¿qué ha pasado?, ¿por qué un estudiante de cálculo comete este error? Al respecto quisiéramos comentarles lo que Brousseau (1976) en su libro “Les obstacles épistémologiques et les

¹ La Figura 1 es una digitalización del procedimiento realizado por el estudiante, por razones técnicas no fue posible incluir la imagen tomada del examen.

problèmes in mathématiques”, explica: “El error no es simplemente el efecto de la ignorancia, de la incertidumbre, del azar, como lo creemos de acuerdo a las teorías empíricas o conductistas del aprendizaje, sino el efecto de un conocimiento anterior, que tenía su interés, su éxito, pero que ahora se revela falso o simplemente inadapitado”. Los errores de ese tipo no son erráticos e imprevisibles, ellos son establecidos como obstáculos. Brousseau distingue tres orígenes fundamentales de los obstáculos que se encuentran en la enseñanza de las matemáticas:

- Un origen ontogenético, correspondiente a los obstáculos unidos a las limitaciones de las capacidades cognitivas de los estudiantes comprometidos dentro del proceso de enseñanza.
- Un origen didáctico para los obstáculos ligados a las opciones del sistema de enseñanza.
- Un origen epistemológico, finalmente, para los obstáculos relacionados a la resistencia a un saber mal adaptado, es decir los obstáculos al sentido de Bachelard.

De manera que, y de acuerdo con Brousseau, la praxis centrada en el desarrollo algebraico-algorítmico promueve, en el estudiante, el desarrollo de obstáculos que luego emergen como errores y se manifiestan en sus realizaciones matemáticas. Así ante el error cometido, debido a la resistencia de un saber mal concebido, no se percatan del mismo y asumen que el resultado obtenido es perfecto, y lo peor, siempre es posible razonar de esa manera.

4 Concepción y análisis a priori de las situaciones didácticas

Partiendo de lo propuesto por Bruner (1984) “*El juego es una forma de usar la inteligencia o, mejor dicho, una actitud con respecto al uso de la inteligencia*” decidimos diseñar un juego, como una estrategia didáctica para ser aplicada en el salón de clases, con el fin de abordar esta parte del contenido.

El Dominó es un juego muy popular en la mayoría de los países latinoamericanos (Venezuela, Colombia, República Dominicana, Puesto Rico, Cuba, Panamá, México, Nicaragua). Invitamos al lector que no esté familiarizado con este juego a visitar la página <http://es.wikipedia.org/wiki/Domin%C3%B3> para enterarse de las modalidades y la manera de jugarlo. El juego que diseñamos; “Dominó Aritmético”, está basado en el Dominó; número de piezas, cantidad de jugadores, condiciones del juego, cómo se gana, quiénes ganan, etc. De allí la importancia de estar familiarizado con el mismo. Lo que diferencia Dominó Aritmético con el Dominó es que las cartas no contienen “pintas”, en lugar de ello, contienen operaciones algebraicas con los diferentes conjuntos numéricos, y en algunos casos, resultados que aluden a los diferentes tipos de números.

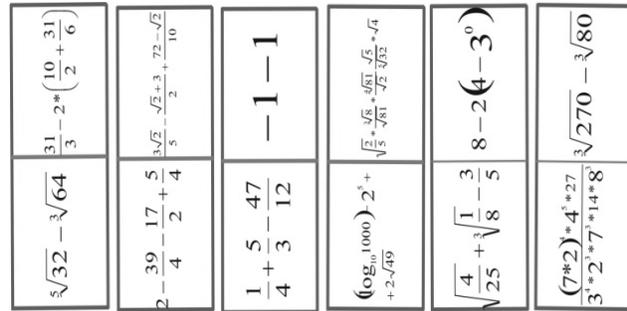


Fig. 2. Algunas cartas del dominó aritmético

Al igual que en el Dominó las piezas se colocan una junto a la otra dependiendo de la identidad, pero a diferencia de éste la identidad no está a la vista, el estudiante (o la pareja de estudiantes) deberá sacar la cuenta en cada carta para saber qué carta puede jugar. De igual manera cada equipo (pareja) deberá tener sumo cuidado de las cartas que vaya colocando su adversario porque es posible que su adversario le juegue una “cabra” (en la jerga de este juego significa colocar una carta que no es correcta). Por lo tanto, cada pareja no sólo sacará las cuentas para conocer el resultado de las cartas que le corresponden, sino que además, sacará las cuentas de las cartas que va jugando su adversario para estar seguro que no le están tendiendo una trampa. A la final ganará la pareja cuyo jugador coloque la última carta, en caso que el juego esté trancado ganará la pareja que tenga el menor número de cartas.

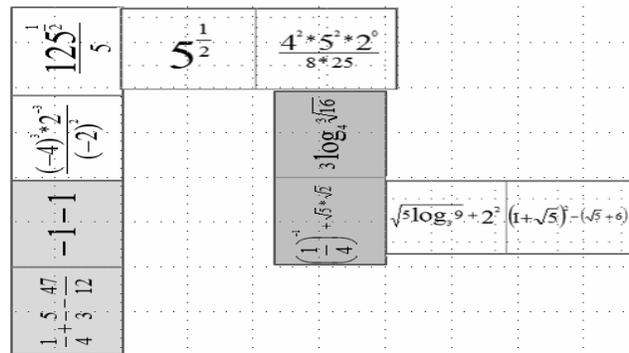


Fig. 3. Ejemplo de cómo las cartas se van correspondiendo unas a otras durante el desarrollo del juego

Aspectos significativos que pudieran estar presentes en la aplicación de esta estrategia.

Ética escolar: el estudiante, o cada pareja, se responsabilizará por los resultados emitidos. No se trata únicamente de un resultado más como consecuencia de la aplicación de un procedimiento, se trata además, de justificar y defender el resultado ante el juicio de los otros participantes en la actividad. Podría ocurrir que uno de los participantes entregue al grupo un resultado errado, como consecuencia de un mal procedimiento. Pero en la dinámica del mismo se espera que los otros participantes adviertan lo que está ocurriendo. Entonces, al replantear el problema cada participante, en base a sus capacidades cognitivas en el área del

conocimiento, buscará o planteará lo que podría ser la solución. ¡Claro! Será la solución siempre que cuente con la aprobación de todos.

Bajo impacto en las consecuencias de los errores o fracasos: en el ambiente en el que se desarrollará la actividad se espera que las consecuencias de los errores cometidos por los participantes impacte muy levemente a quien lo comete, y en medio de la actividad, se espera tenga la oportunidad de sobreponerse y eventualmente corregir el error.

Aprendizaje significativo: en esta actividad no bastará con resolver, desarrollar y encontrar un resultado, sino que además ese resultado adquiere sentido ya que debe corresponder con otro. Lo que permite que los números adquieran otra connotación; van más allá de lo que son y su utilidad, se acercan al campo de las vivencias, de lo humano, de lo cotidiano. En este contexto la matemática deja de ser ociosa y estéril para convertirse en una herramienta de aplicación y descubrimiento por parte de los estudiantes.

Aprendizaje basado en problemas: cada participante enfrentado a la necesidad de ganar el juego, establecerá interacciones con su compañero que le permitirá validar los resultados obtenidos. En cada carta a resolver se enfrentará a un conflicto cognitivo y pondrá en juego los conocimientos previos para construir la respuesta del problema. Por otro lado, al permitir que su solución goce del reconocimiento y aceptación de sus compañeros de juego su conocimiento se desarrolla, se fortalece, le brinda seguridad y confianza. Por lo tanto, esta estrategia se adapta a los principios didácticos del Aprendizaje Basado en Problemas propuesto por (Barrows, 1996; Barrel 1999):

- El entendimiento con respecto a una situación de la realidad surge de las interacciones con el medio ambiente.
- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

Aprendizaje cooperativo: una vez establecidos los cuatro jugadores (grupo de trabajo) de los cuales son parejas dos a dos, se dará inicio al juego. Evidentemente cada pareja tendrá el mismo objetivo; ganar el juego. Por lo tanto, en un inicio, cada pareja deberá trabajar en conjunto arduamente para conocer los resultados de las fichas que le fueron asignadas. Después, en una segunda parte y dependiendo de la dinámica del juego, los cuatro participantes deberán actuar activamente; dos de ellos corroborando los resultados, los otros dos, justificando o explicando sus resultados. De manera que, en esta estrategia, se pone en práctica las cinco características distintivas que permiten afirmar que se trata de un grupo de aprendizaje cooperati-

vo (Johnson, et al; 1999).

- El objetivo grupal de maximizar el aprendizaje de todos los miembros motiva a los estudiantes a esforzarse y obtener resultados que superan la capacidad individual de cada uno de ellos.
- Cada miembro del grupo asume la responsabilidad, y hace responsables a los demás, de realizar un buen trabajo para cumplir los objetivos en común.
- Los miembros del grupo trabajan codo a codo con el fin de producir resultados conjuntos. Hacen un verdadero trabajo colectivo y cada uno promueve el buen rendimiento de los demás, por la vía de ayudar, compartir, explicar y apoyarse unos a otros.
- A los miembros del grupo se les enseñan ciertas formas de relación interpersonal y se espera que las empleen para coordinar su trabajo y alcanzar sus metas.
- Los grupos analizan con que eficacia están logrando sus objetivos y en qué medida los miembros están trabajando juntos para garantizar una mejora sostenida en su aprendizaje y su trabajo en equipo.

Producción de conocimiento: cada ficha tiene dos problemas planteados y a cada jugador le corresponden siete fichas, es decir cada jugador deberá responder por catorce problemas. En consecuencia, cada pareja adquirirá el compromiso de resolver veintiocho problemas. Si tomamos en cuenta que a medida que van saliendo las fichas cada pareja deberá ir corroborando o certificando los resultados dados por la pareja contraria, tenemos que entre los cuatro participantes estarán resolviendo, corroborando, justificando, certificando cincuenta y seis problemas.

5 Experimentación

La estrategia se aplicó a un grupo de 16 estudiantes que forman parte de una sección que se denomina Sección Especial Cálculo 10. Explicamos brevemente el significado de tan interesante nombre para una sección de cálculo. Debido al alto índice de repitientes y al número de veces que repite Cálculo 10 (aproximadamente 100 estudiantes que han visto la materia por lo menos tres veces) la Facultad de Ingeniería, por sugerencia del Departamento de Cálculo, creó la Sección Especial Cálculo 10. Esta sección constituida por este grupo de estudiantes carece de un profesor que los atienda, en lugar de ello, cada estudiante puede asistir a clases con cualquier profesor de Cálculo 10 en función de ir preparándose para presentar dos parciales: el primero se presenta en la semana ocho y se evalúa el 40% del contenido con un valor del 40% de la nota, y en el segundo se presenta en la semana dieciocho y se evalúa el 60% del contenido con un valor del 60% de la nota. Se trata pues, de un grupo de estudiantes con comprobada dificultad en el aprendizaje de la matemática.

Una vez establecido los grupos (cuatro grupos) y las reglas del juego se inició la experimentación. En un comienzo imperaba el individualismo a sabiendas que el tra-

bajo debía ser en parejas. La costumbre de participar en cursos individualistas (muy común en la educación tradicional) se hace fuerza e impide la posibilidad de establecer vínculos con el compañero. Sin embargo, con nuestra orientación, se logró poco a poco consolidar las parejas, en parte también, porque notaron que de continuar cada uno por su lado no llegarían a resolver los problemas para poder iniciar el juego.

Cuando cada grupo empezó a colocar las cartas sobre la mesa la dinámica en el salón cambió instantáneamente y éste se dio de forma natural, probablemente, debido a la posibilidad de una “cabra”. En los cuatro grupos se pudo observar la misma situación, que puede describirse en los siguientes términos: el equipo A sacaba sus cuentas y colocaba la carta sobre la mesa para darle continuidad al juego. Entonces el equipo B, antes de jugar su carta, debía comprobar el resultado presentado por el equipo A; de ser un resultado verdadero (entre todos lo certificaban) continuaba el juego, si por el contrario, el resultado tenía un error (es posible que no era un error pero el equipo B así lo cree) surgían interesantes discusiones entre los cuatro participantes. Por lo general, en dichas discusiones, una pareja lograba convencer a la otra y en muy contadas ocasiones era necesaria la participación del profesor para validar los resultados. Una de las observaciones más importantes a resaltar es que en dichas discusiones, podíamos escuchar el discurso matemático, el modo de emplearlo y el nivel de conocimiento que manejaban los participantes; en algunos casos tosco y deficiente, en otros, rico y fluido.

Se observa entre los participantes un gran compromiso con el juego. Durante la realización la participación fue espontánea, libre, se podía observar la cara de satisfacción de uno de ellos cuando los otros validaban su respuesta. En los casos en donde le detectaban un error rápidamente se reponía y no tenía ningún inconveniente de volver a participar en el grupo, además la aparición de errores era muy frecuente lo que se justificaba diciendo “*era para ver si ustedes se dejaban meter esa cabra*”. En líneas generales, fue una experiencia muy gratificante tanto para ellos como para nosotros.

Al terminar la actividad les preguntamos ¿cómo les pareció?, entre las respuestas que más resalta tenemos: “*cuando volvemos a jugar dominó*”, “*inventen otro juego pero con funciones o límites*”. Otro aspecto que queremos resaltar es el siguiente; la actividad terminó porque se cumplieron las dos horas de clase y no porque lograron terminar el juego. En vista de la situación, ellos de manera espontánea, solicitaron la posibilidad de llevarse las cartas y continuar el juego en otro lugar. Este hecho muestra el nivel de compromiso y motivación de los estudiantes para con la actividad. Con lo cual queda en evidencia que la motivación es parte fundamental si queremos que un grupo de estudiantes con comprobada repitencia pida permiso para llevarse a casa un problemario de 56 problemas para resolver en grupo.

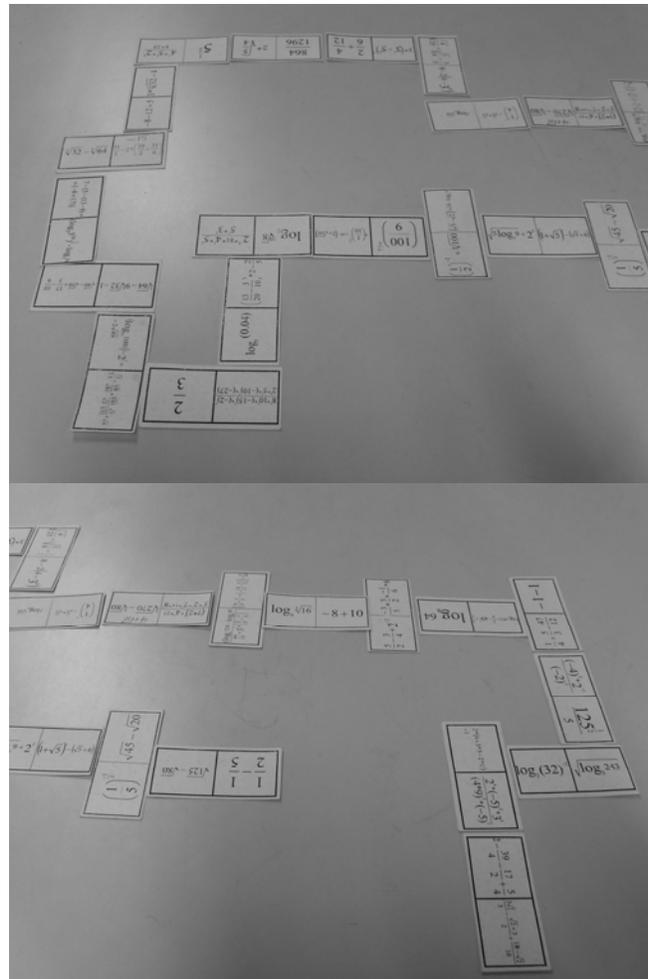


Fig. 4. Ejemplo de algunos dominós armado por los estudiantes

6 Análisis a posteriori y evaluación

Durante la experimentación pudimos notar que los aspectos planteados en el análisis a priori se hacen presentes y se validan, se corresponden.

La responsabilidad que debe tener un aprendiz al momento de emitir un resultado es pieza importante en su formación como futuro profesional. Además, el aceptar la crítica emitida por otro compañero demuestra el grado de tolerancia y madurez como estudiante. La aplicación de esta estrategia nos permitió observar esta conducta. Al respecto, queremos resaltar que en la mayoría de las veces los resultados emitidos se defendían hasta el último momento, en el ambiente de juego, era como dar el brazo a torcer frente al adversario; ¡rendirse nunca!. Lo que implicaba en una dinámica muy interesante, en donde la construcción de la ética escolar, la aptitud responsable frente a las realizaciones matemáticas surgía de forma natural y espontánea.

La madurez con la que aceptaban sus errores, su actitud ante los resultados emitidos y su disposición a seguir trabajando nos advierte que en el ambiente de un juego no está mal equivocarse, es algo que simplemente ocurre y no

es necesaria una explicación.

El aprendizaje significativo jugó un papel protagónico durante la realización de la actividad. Como también se cumplieron los principios del aprendizaje basado en problemas y del aprendizaje cooperativo.

Muchas veces pasamos todo un semestre con ellos y en muy pocas ocasiones escuchamos su vocabulario matemático (la forma como se refieren a los objetos matemáticos, en el sentido de (Vergnaud 1990), decimos muy pocas ocasiones por no decir nunca. La matemática es un lenguaje que debe ser adquirido por los estudiantes y es muy importante para nosotros saber el significado que le dan a dichos objetos. (Godino y Batanero 1994), explican que el estudiante en ocasiones atribuye connotaciones y simbolizaciones no adecuadas a los constructos matemáticos, o los aplica de modo no pertinente, y esto está estrechamente relacionado al saber puesto en juego y a diferentes problemas en cuya resolución intervienen.

Las estrategias tradicionales desarrolladas en el aula de clase (basadas en el método de enseñanza directa: clases magistrales) no permiten determinar hasta qué punto éste lenguaje es adquirido y/o desarrollado por los estudiantes, debido a que el diálogo en clase es prácticamente nulo. Para lo cual es importante recordar lo que (Bruner, 1984) sostiene: *“El desarrollo del pensamiento puede estar determinado en gran medida por la posibilidad de diálogo, que se va interiorizando hasta ser capaz de seguir su curso dentro de la propia mente”*. Entonces, la aplicación de clases magistrales como estrategia didáctica en los cursos de cálculo, como hasta en la actualidad se viene empleando, deja de lado el desarrollo del pensamiento.

La estrategia que presentamos crea un ambiente en el que se promueve el diálogo profesor-estudiante y estudiante-estudiante. Por lo tanto, la aplicación de esta estrategia promueve, en alguna medida, el desarrollo del pensamiento. Además, permite corregir la manera como los estudiantes se refieren a los objetos matemáticos, que juega un papel muy importante en la orientación de la construcción del camino hacia la solución de los problemas, así mismo nos permite aproximarnos al nivel de conocimientos previos que maneja el estudiante.

En conclusión, nos permite hacer un diagnóstico de sus saberes sin que ellos sientan que están siendo diagnosticados.

7 Conclusiones

Renovar las realizaciones didácticas de la enseñanza del cálculo centradas en el desarrollo algorítmico-algebraico y en las clases magistrales es necesario. Consideramos que la implementación del juego en el aula es una estrategia didáctica que permite dicha renovación.

Algunos de los aspectos más relevantes que motivó la presente investigación son el rescate de los pre saberes, el desarrollo del pensamiento, la motivación al estudio, la participación del estudiante en la construcción de las ideas

inherentes al cálculo, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje cooperativo. La implementación del juego Dominó Aritmético hizo posible que estos aspectos se hicieran presentes en el desarrollo de las clases, generando además un aprendizaje.

Apuntamos a que los resultados no dependen del tipo de juego que se diseñe sino de la posibilidad de propiciar en el salón de clases, un ambiente que permita: el diálogo que haga posible el intercambio de las ideas entre profesor-estudiante y estudiante-estudiante, la reflexión por parte del estudiante de lo que considera su verdad frente al conocimiento (cognición vs epistémé) y por ende la participación activa del estudiante en el rescate de sus pre saberes puestos en juego en la construcción de un nuevo conocimiento.

La estrategia aplicada fomenta, entre otros aspectos, el trabajo cooperativo entre los estudiantes y el aprendizaje basado en problemas. Diversos trabajos señalan que estas estrategias son aceptables para promover en los estudiantes el desarrollo de procesos mentales superiores como la inteligencia, el pensamiento, los procesos de análisis y síntesis, la reflexión, la atención y la abstracción (García, 2010).

En contraste la mecanización y la repetición, en el marco de estrategias que promueven el aprendizaje del cálculo mediante el desarrollo algorítmico-algebraico, son las protagonistas y conllevan a la enseñanza del cálculo a un círculo vicioso: el profesor para obtener niveles aceptables de éxito, evalúa aquello que los estudiantes pueden hacer mejor (resolver problemas), a su vez, el estudiante lo considera como lo esencial a estudiar, ya que es lo que se pregunta en los exámenes (resolver problemas).

Este trabajo forma parte de una investigación que se encuentra en pleno desarrollo. Creemos que es posible aplicar diferentes tipos de juegos; cartas, bingos, loterías, entre otros, para desarrollar cada uno de los contenidos que contempla el Programa de Cálculo 10. Durante el desarrollo de esta investigación hemos detectado que el juego es una excelente herramienta para el diagnóstico.

Por último, los resultados que se obtuvieron de las evaluaciones han sido satisfactorios. De un total de 25 estudiantes de la Sección Especial Cálculo 10, que participó activamente en el desarrollo de las actividades lúdicas, 14 de ellos aprobaron el curso de Cálculo 10. Esto, tomando en cuenta que esta sección ha reportado un máximo de 6 estudiantes aprobados por semestre desde su creación (Semestre A-2006), lo cual se puede corroborar en los Informes de Rendimiento de la Oficina de Registros Estudiantiles de la Facultad de Ingeniería ULA.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto I-1202-09-04-C financiado por el CDCHT-ULA. Gracias a este financiamiento fue posible la elaboración del presente trabajo.

Referencias

- Artigue M, 1995a, Ingeniería didáctica. En G. Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (Ed). Ingeniería didáctica en educación matemática, pp. 35-59. "Una empresa Docente" & Grupo Editorial Iberoamericana, México.
- Artigue M, 1995b, La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En G. Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., Gómez, P. (Ed). Ingeniería didáctica en educación matemática, pp. 97-140. "Una empresa Docente" & Grupo Editorial Iberoamericana, México.
- Barrel J, 1999, *Aprendizaje basado en Problemas, un Enfoque Investigativo*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Manantial.
- Barrows H, 1996, *Problem-Based learning in medicine and beyond: A brief overview*. In WILKERSON L., GIJSELAERS W.H. (eds) *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*, San Francisco: Jossey-Bass Publishers, pp. 3-12.
- Bloom BS, 1956, *Taxonomy of educational objectives, handbook 1: Cognitive domain*. New York: Longmans Green.
- Brousseau G, 1976, Les obstacles épistémologiques et les problèmes in mathématiques. Wanhamme W., Wanhamme J. (Eds.). *La problématique et l'enseignement des mathématiques*, Actes de la XXVIIIème rencontre CIEAEM, Louvain la Neuve, 5-12 août 1976.
- Bruner JS, 1984, Juego pensamiento y lenguaje. En J. S. Bruner (Comp de J. L. Linaza). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid; Alianza.
- García E, 2010, *Pedagogía constructivista y competencias: lo que los maestros necesitan saber*. p 24. México: Trillas
- Godino J y Batanero C, 1994, Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 14(3) 325-355.
- Johnson D, Johnson, R y Holubec E, 1999, *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Vergnaud G, 1990, La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*. 10 (2, 3) 133-170.

Recibido: 15 de enero de 2011

Revisado: 22 de febrero de 2011