



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Dominós Matemáticos

Mathematical Dominoes

Dehesa-De Gyves, N.

Departamento de Ciencias Básicas; Instituto Tecnológico Nacional de México - Campus Instituto Tecnológico del Istmo; C.P. 70000, Juchitán, de Zaragoza Oaxaca.
ndehesa@hotmail.com

Innovación Tecnológica: Mediante la dinámica de Juegos de Dominós los estudiantes pueden aprender y practicar reglas matemáticas no sólo de nivel básico, también de matemáticas más avanzadas cuya producción no existe en el mercado.

Área de aplicación Industrial: Cualquier nivel escolar.

Recibido: 05 Julio 2017

Aceptado: 10 Agosto 2018.

Abstract

The present document is a continuation of previous documents that start from the same premise: the learning of mathematics is done through the action of moving and not only expecting that the information imparted by a teacher that is expressed orally and writing, will be repeated by the student. It requires a classroom environment in which to motivate, design, elaborate, problematize, summarize and coordinate a game whose theme is done around mathematical contents. However, the main teaching objective is not to create a game but rather that the student know in his own experience a process of innovation and diffusion. In case of materializing his idea he could defend it before an audience and even promote its use, as documented in this work. So far, the public has consisted of students from another institution and the search for spaces is an alternative for its sales.

Keys Words: Mathematical games, kinesthetic intelligence, multiple intelligences, Collaborative learning, Discursive practices.

Resumen

El presente documento es una continuación de anteriores propuestas que parten de la misma premisa: el aprendizaje de las matemáticas también se realiza por medio de la acción de moverse y no sólo de esperar que la información impartida por un docente que se expresa de forma oral y escrita sea repetida por el alumno. Se propicia así, un ambiente en el aula en el que se motiva, diseña, elabora, problematiza, resume y coordina un juego cuya temática se realice en torno a contenidos matemáticos. Sin embargo el principal objetivo docente no es crear un juego sino que el estudiante conozca en experiencia propia un proceso de innovación y difusión. En caso de materializar su idea podría defenderla ante un público y hasta promocionar su uso como se documenta en este trabajo. Hasta el momento el público ha consistido en alumnos de diversas instituciones y queda como alternativa la búsqueda de espacios alternativos para su venta.

Palabras clave: Juegos matemáticos, inteligencia kinestésica, inteligencias múltiples, aprendizaje colaborativo, prácticas discursivas.

1. Introducción

Con vías a celebrarse el evento de Innovation Match 2017 se publicó la convocatoria para dar a conocer trabajos en áreas Científicas, Tecnológicas e Industrias Creativas con el propósito de vincular a empresas mexicanas interesadas en promover la generación de nuevas oportunidades de negocio con el sector productivo nacional.

A su vez en el decreto de creación del Tecnológico Nacional de México en los artículos 2º, Fracciones II, IV y IX y 3º Fracción IV, se plantea como objetivo general desarrollar proyectos disruptivos que fortalezcan las competencias creativas, emprendedoras e innovadoras de los participantes a través de la transferencia tecnológica y comercialización, dando respuesta a las necesidades de los sectores estratégicos del país.

En nuestra experiencia el ámbito escolar es terreno propicio no sólo para generar ideas creativas (en prácticamente cualquier área de conocimiento) por parte de los alumnos, sino que también se producen en un medio que permite darles seguimiento aunque sea en un

grado incipiente (lo que posibilite el tiempo de por lo menos un ciclo escolar).

Por otra parte, es innegable que la calidad en el trabajo docente depende de los recursos didácticos disponibles en su quehacer diario y en este sentido la industria de material impreso para este fin puede ser extendido al empleo de material didáctico manipulable máxime en la enseñanza de áreas tan abstractas como la matemática. Específicamente en la industria de material didáctico pudiéramos considerar el de la elaboración de Dominós.

El ámbito escolar visto como un nicho de mercado es un tema que no ha sido explorado por los que hemos puesto en práctica la dinámica que nos ocupa describir en las próximas páginas. La razón es que la elaboración de Dominós con contenidos matemáticos ha sido ardua por ser la primera parte del proceso, sin embargo, se pone a consideración de un público más amplio la posibilidad de extender su uso en algún sentido.

Por lo pronto cabe mencionar que el escrito consta de dos partes, la primera que tiene que ver con lo que se hace al interior del

aula: jugar, diseñar y elaborar un Dominó. La segunda con lo que se hace afuera, la promoción del juego.

En la primera y segunda parte, existe un eje transversal que tiene que ver con cuestionamientos pedagógicos y la parte que corresponde a la vinculación de los diseños de los alumnos con empresas vinculadas a alguna industria en particular se ve menos clara. Hasta el momento lo que ha sucedido es que los diseños de los alumnos se justifican sólo con la componente pedagógica y se sostiene hasta finalizar el curso con una calificación parcial de la materia, sin embargo, con base a la documentación que se mostrará en las páginas siguientes se valorará si la experiencia contribuye a la formación profesional del alumno en un sentido muy particular: conectarse de manera efectiva con los demás, como estrategia para lograr que el producto o servicio que se ofrece impacte de manera positiva (Klaric, 2016), como requisito indispensable para su posterior desempeño laboral.

En la sección de Materiales y métodos del presente escrito se fundamentan las componentes del Dominó con el objetivo de entrenarse en la mecánica de razonamiento matemático que exige el juego. No se intenta abrir a una polémica al afirmar que la matemática sólo consiste en una serie de entrenamientos, de hecho el juego sólo consiste en una parte de las actividades generales del curso. También es necesario mencionar que aunque a todos los alumnos se les invita a jugar y en términos generales no tienen problema en acceder a hacerlo, no todos deciden desarrollar algún proyecto relacionado con la elaboración de ellos. Lo que se describirá corresponde a los casos de estudiantes que ven en el juego de Dominó alguna oportunidad de desarrollo.

En la misma sección de Materiales y métodos se hace explícito que la elaboración de un juego se realiza de manera gradual, primero proponiendo cierto contenido y material de las piezas y después su prueba y justificación. También se detalla con mayor precisión las condiciones para realizar la presentación a un público determinado.

En la sección de Resultados del presente escrito se muestran algunos indicios numéricos que permitirán valorar la pertinencia y las condiciones para reproducir la dinámica propuesta.

Por último, en la sección de Discusión, se plantean algunas implicaciones de haber implementado la propuesta y su valoración para futuras modificaciones.

2. Materiales y Métodos

La matemática como disciplina subyace en un robusto cuerpo de conocimientos construido por siglos, su lenguaje, armonía y belleza es digna de ser valorada por cualquier mente humana. El contexto escolar pretende contribuir en dicha labor debido también a la herramienta tan poderosa en que puede convertirse al posicionarse como un lenguaje para cuantificar innovaciones tecnológicas. Así, son varios los autores que apoyan la capacidad de usar las matemáticas no sólo en situaciones escolares, sino en situaciones de la vida diaria, ciudadana, personal y laboral (Zorrilla, 2007). En este sentido el juego es una actividad tan cotidiana y empleada en tan diversos ámbitos que puede pasar desapercibido su alcance. Se valora en mayor grado su papel en el desarrollo emocional, físico e intelectual de los niños. Sin embargo, vale la pena reflexionar sobre dicha práctica en la edad adulta. Precisamente por proporcionar el juego un escenario conocido por el estudiante desde edades muy tempranas es

que se propone como estrategia didáctica para desarrollar contenidos matemáticos en el aula.

Como veremos en las secciones posteriores, el tiempo invertido en el juego tanto en su coordinación como en su elaboración no es poco y parte de lo que sostiene esta labor es considerar el concepto de inteligencia a uno en el que se incluye la inteligencia intrapersonal e interpersonal (Gardner, 2013). Ante dicha postura no es mayormente importante cubrir todos los temas del programa escolar con respecto a la forma de cubrirlo. Sin duda, una componente a considerar de forma permanente ha sido preparar el terreno para que el alumno se sienta relajado individual o colaborativamente (Dehesa, 2016).

En el mismo sentido, Armstrong (2009) recomienda tipos de actividades escolares que hagan alusión a una capacidad para discernir y responder de manera adecuada a los estados de ánimo y motivaciones de otras personas. Los juegos bien seleccionados permiten empezar a convertirse en aprendices del tema al que se están exponiendo al permitirse interactuar por medio de la conversación. También los estudios de Candela (1999) quien ha observado y documentado largamente la verbalización de sus alumnos para inferir sobre el aprendizaje de temas científicos, proporciona una base metodológica para dar seguimiento a lo que acontece al interior del aula.

Por su parte, Cuevas y Pluvillage (2013) denominan herramienta cognitiva a la adquisición de conocimiento matemático mediado por la acción de una herramienta material y/o simbólica. En este sentido un dominó matemático puede ser una herramienta cognitiva al contribuir a formar un escenario en la que el estudiante articule acciones manuales (posicionar piezas del

dominó) a la par de realizar movimientos cognitivos (la estrategia de su jugada).

La estrategia de incursión al juego contempló varias etapas: primeramente el diseño de los Dominós por parte del docente para su aplicación al interior al aula, en un momento posterior el de elaboración de juegos por parte del estudiante y por último, una etapa en la que el alumno promueve y defiende su propio juego a un público exterior al aula.

2.1 Diseño por parte del docente

En el diseño del Dominó, se menciona en Dehesa (2016), cada pieza consta de dos partes, la primera que representa un tipo de representación semiótica (aritmética, algebraica, geométrica) y en la segunda parte se encuentra otra representación semiótica pero que da cuenta del mismo concepto, tal como se muestra en la fig. 1.

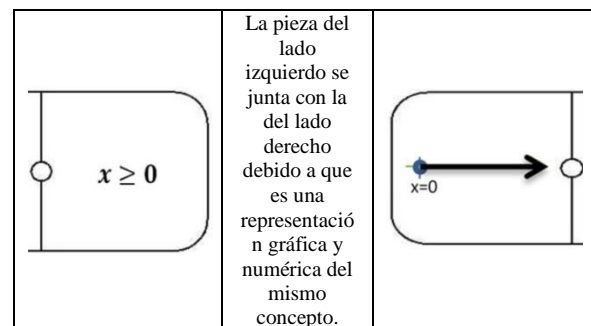
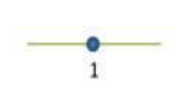
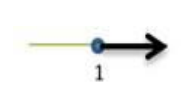
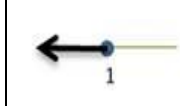


Figura 1. Criterio para elaborar dos piezas del Dominó.

En la Tabla 1, se recuerda la definición del concepto de Desigualdad matemática pertinente, debido a que es tema oficial del programa de Cálculo Diferencial del Tecnológico Nacional de México. Una regla de conformidad se muestra en la Tabla 1 y con base a las reglas específicas, como la mostrada, se pueden construir piezas de un dominó matemático.

Tabla 1. Regla para desigualdades.

		
Dado un punto de la recta numérica.	A la derecha de este punto de referencia, se tienen números mayores y se denota $x > 1$.	A la izquierda de los números son menores que el de referencia y se denota $x < 1$.

Y las piezas del dominó quedarían como se muestra en la figura 2.

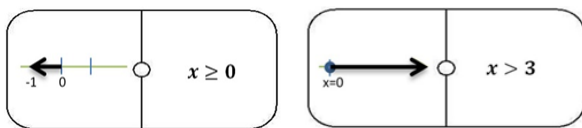


Figura 2. Dos piezas de un Dominó.

Cuando se emplean Dominós en el aula se puede solicitar al estudiante no solo saber reglas matemáticas, también se puede despertar la imaginación visualizando formas a partir de fijar la atención en ciertos aspectos (con la ayuda del docente al hacer algunas preguntas). En la Tabla 2 se ejemplifica con un concepto de área bajo la curva.

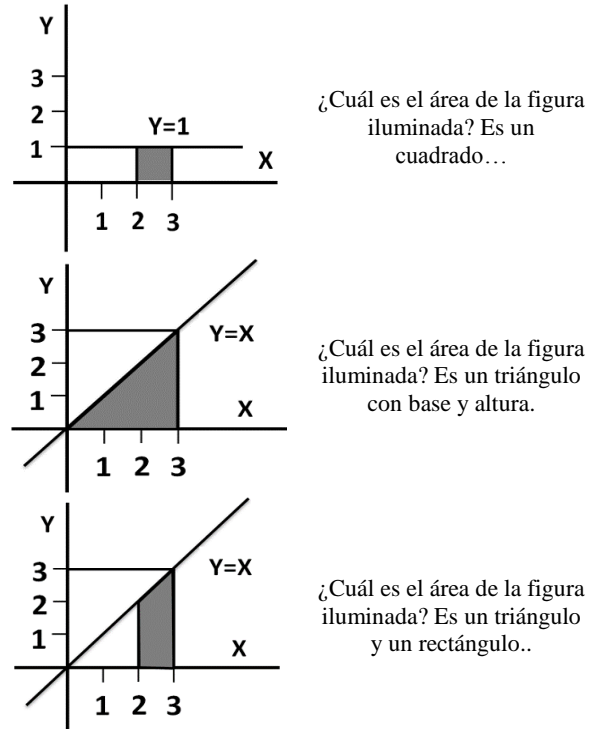


Tabla 2. Visualizando formas geométricas.

A partir de los datos de la Tabla 2 podemos obtener cuánto es la base y cuánto es la altura. Para ello, podemos auxiliarnos señalando con el dedo índice la base y la altura de cada figura.

En formato de Dominó quedaría tal como se expone en la Figura 3.

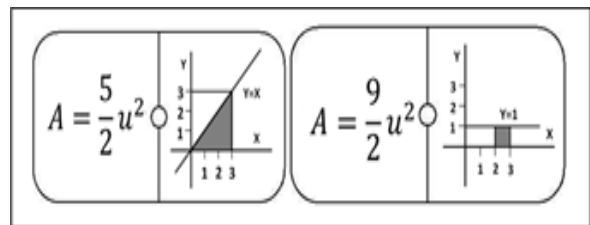


Figura 3. Dominó de Áreas.

2.2 Aplicación al interior del aula

La "clase de matemáticas" en el aula escolar tradicionalmente gira en torno a prácticas discursivas docentes en un formato de exposición, sin embargo en las últimas reformas curriculares se solicita dejar el papel protagónico del docente. Jugar un Dominó puede ejemplificar la fractura de un ambiente tradicional en el que se espera la actuación del profesor en términos de exponer la resolución de un ejercicio o problema matemático para que, una vez resuelto por él, el alumno pueda repetir su proceso de solución. Con un juego de Dominó, no sucede así.

En la Figura 4, se muestra un juego de Dominó empleado en la clase.



Figura 4. Dominó de Suma de Fracciones.

Para emplearse en el aula, se sigue la siguiente estrategia: Primeramente se dividen los estudiantes en equipos de 4 integrantes, se les proporciona a cada equipo alguno de los Dominós elaborados. Por ejemplo, en la Figura 5 se muestran tres de ellos acerca de las operaciones con fracciones. Se les recuerda las reglas tanto del juego del dominó, como las de aritmética, por último, se les proporciona de cuarenta a sesenta minutos para resolverlo.



Figura 5. Piezas de Dominós de Resta, Multiplicación y División de Fracciones.

Como recomendación, para pasar de la "innovación", a pasar a desarrollarlo en un ámbito académico existe un amplio sustento teórico [Silverstein et al (2013), Sniukas et al (2016), Medina et al (2010)], desde las fases de exploración e ideación de propuestas, hasta su prototipado y validación. De Bono (1988) promueve técnicas metafóricas (6 sombreros) que indican un tipo de pensamiento específico para participar en una conversación o sesión de generación de idea. Serrat (2009) proporciona un conjunto de preguntas (método Scamper) para resolver un problema, mejorar o evolucionar una idea, producto o servicio aun cuando se trate de ideas muy incipientes. En resumen, en ellas se promueven técnicas grupales (Brainstorming) no sólo de generación de ideas (en la que se permite aprovechar el pensamiento colectivo del equipo al interactuar, escucharse y construir sobre las ideas de los demás, también se incluyen en las que experimentar físicamente una situación, servicio o producto (Bodystorming).

Corresponde en la siguiente sección aplicar el sustento teórico mencionado en el párrafo anterior al interior del aula.

2.3 La propuesta del estudiante

Para identificar los intereses individuales nos proponemos como primer paso retomar a los equipos formados en la etapa anterior. Se les recuerda que los equipos se han formado libremente entre ellos, enfatizando que trabajaran durante todo el curso de esa forma para cubrir una calificación parcial del promedio general. Ahora el reto planteado en el semestre es que los propios estudiantes diseñen y elaboren su propio juego.

Tal como se muestra en la Tabla 3, el primer paso (en las primeras semanas) es decidir sobre qué contenido matemático se desarrollará. También, en la Tabla 3 se muestra que la estrategia docente no es sólo fomentar la inteligencia espacial y matemática, la importancia de emplear el cuerpo tridimensionalmente (inteligencia Kinestésica) se retoma (Hannaford, 2008)¹. Es el diálogo el que puede ayudar a desarrollar otras áreas humanas, que en conjunto permitirán desarrollar la matemática, todo ello no de forma aislada sino en un proceso de aproximadamente 7 semanas.

¹ (Hannaford, 2008) sostiene que para aprender hay que moverse ya que no todo el aprendizaje depende del cerebro. Pero es Gardner (2013) el que introduce los términos de Inteligencias Kinestésica, Interpersonal e Intrapersonal y Lingüística.

Tabla 3. Proceso en la elaboración de un juego.

Sema	Objetivo pedagógico	Fase	Técnicas
1 y 2	Se decide el tipo de contenidos a desarrollar	Define	Se generan ideas, se muestran trabajos afines y se prueba un prototipo de la propuesta. (Scamper, Brain-storming, Body-storming, 6 sombreros)
3	Se elabora una primera propuesta	Elabora	
4	Se prueba en clases con otros compañeros como jugadores	Prueba	
5	Se reajusta la matemática empleada o cambia de proyecto	Elabora y calcula	
6	Se aplica el juego a público	Aplica	
7	Se realiza un reporte	Concluye	

Para ello, es necesario conversar acerca de los contenidos matemáticos que se han visto en clases para poder proponer el suyo. En la Figura 5, se muestra como las piezas de un Dominó pueden ser propuestas y borradas en varios intentos hasta conseguir uno que se muestre plausible.



Figura 5. Elaborando un juego.

Ponerse de acuerdo en los contenidos matemáticos implica “hablar” sobre matemáticas de forma espontánea en alusión a los juegos dando oportunidad de expresarse en otros escenarios al examen escrito. Retomamos a Candela (1999), que estudia en el aula el alcance de las prácticas discursivas necesarias para la comprensión de las ciencias naturales. En el mismo sentido en la siguiente sección mostraremos evidencia de cómo el juego facilita el diálogo en torno a los temas de su curso.

Por lo pronto, en la Figura 6 se muestra algunas piezas de dos Dominós elaborados

(el cual diseñaron en forma gráfica y analítica de dos temas: la representación de una función evaluada en un punto y potencia de un número complejo a su forma polar).

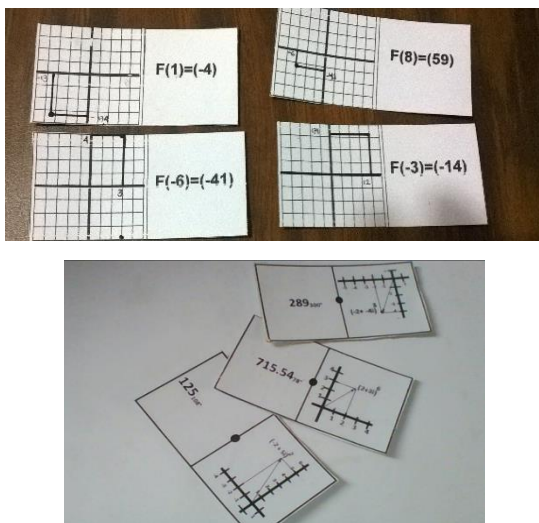


Figura 6. Dominó finalizado.

2.4 Se aplica el juego al público

El 26 de octubre de 2016 se dispusieron 15 alumnos del curso a coordinar cada uno de ellos un Dominó por 5 horas a alumnos de menor edad. Atendieron un total de 285 alumnos del nivel medio superior (el total de alumnos inscritos del Cecyte Plantel 33, en Chahuities, Oaxaca). En la Figura 7, se puede ver parte del espacio previamente acondicionado con 15 mesas para juegos de mesa.



Figura 7. Cada equipo juega un Dominó diferente.

La razón por la que se aceptó colaborar con dicha población, es que coincidimos con De Guzmán (1984), acerca de favorecer un ambiente en el que se desarrollen las potencialidades intelectuales, sensitivas, afectivas, físicas, de modo armonioso. Y para ello nuestro instrumento principal debe consistir en el estímulo de la propia acción, colocándole en situaciones que fomenten el ejercicio de aquellas actividades que mejor pueden conducir a la adquisición de las actitudes básicas mencionadas.

En el sentido antes mencionado, la Figura 8 muestra como el coordinador del juego que ha diseñado y elaborado previamente el juego defiende su idea (se encuentra parado).



Figura 8. El coordinador no necesariamente escribe, pero sí explica.

Es importante destacar que algunos temas si han sido vistos previamente en sus clases de matemáticas (como aritmética, álgebra y trigonometría) pero también se introducen términos nuevos propios del Álgebra Lineal y Cálculo Vectorial pero se encuentran elaborados de tal forma que pueden ser explicados sólo señalando sobre las piezas, como se puede observar en la Figura 9.



Figura 9. Explicando una pieza de Dominó.

También hay que señalar que no todas las operaciones se hacen mentalmente, hay alumnos muy meticulosos que prefieren sacar lápiz y papel para corroborar si sus cálculos corresponden a sus respuestas rápidas o muy lentas. En la Figura 10 se muestra como escribir también ayuda a consensar la ayuda entre pares.



Figura 10. Escritura y ayuda entre pares.

La experiencia de jugar un Dominó matemático expone al estudiante a una tarea de atención focalizada y sostenida y ello repercute en una experiencia de logro en el alumno. Coincidimos con autores como Mesurado (2010) y Csikszentmihalyi (1998) acerca de revertir los estados de aburrimiento y ansiedad y que documenta Mesurado (2010), son demasiado comunes en la vida de los estudiantes. Para estos autores es un error creer que las actividades recreativas se encuentran necesariamente separadas de las académicas.

Por otra parte, la experiencia de coordinar el juego también es importante para entrenarse en el arte de convencer dando argumentos, vender una idea, también requiere de convencer al interlocutor. Y es hasta el momento de presentarse en público en que se cierra el círculo al que nos hemos estado refiriendo en este documento: diseño, elaboración y difusión, todo enmarcado en un escenario escolar.

3. Resultados

Nuestro período de observación hacia el estudiante puede estimarse con base a las 7 semanas señaladas en la Tabla 3. El horario de atención disponible fue de una hora al día sumando un total de 35 horas en dicho período. Nuestro punto de análisis parte de lo que hacemos normalmente en una clase expositiva: el alumno escucha y ve lo que hace el docente, toma las notas del curso para su posterior reproducción con otros ejercicios o problemas matemáticos. En términos generales lo anterior es lo que hace un docente y variará el énfasis en que dedica a cada una de ellas. A manera de ejemplificar se muestra en la figura 11, un bosquejo que divide la clase en tres partes, una para que tomen nota de lo que dice el docente, otra parte para que ellos se ejerciten y una última parte para que el docente retome la clase exponiendo dudas y comentarios:

Sabemos que la posibilidad de expresión por parte del alumno en una clase expositiva es limitada, numéricamente podemos acotarla entre un 30 a 50 % (de ser mayor a 50 ya no sería más dialógica) que su equivalente en horas puede determinarse como de un máximo de 17.5 horas (35 hrs x 30 mins).



Figura 11. Porcentaje en el que el alumno participa.

Regresemos ahora a la experiencia de implementación en el Cecyte 33, en dicha ocasión se aceptaron a 15 alumnos (coordinadores) de un total de 44 alumnos inscritos en el curso².

La distribución por parte del público a quienes fue dirigida la dinámica, fue la siguiente manera:

Primer Semestre: 52
 Segundo Semestre: 54
 Tercer Semestre: 46
 Cuarto Semestre: 51
 Quinto Semestre: 40
 Sexto Semestre: 42
 Total: 285 alumnos

Los contenidos matemáticos de los Dominó no fueron un obstáculo para jugarlos y las prácticas discursivas involucradas incluyeron términos como fracciones, número, ángulos, vectores, plano cartesiano, suma, resta, divide, multiplica, dimensión, simplifica, resuelve; por mencionar los más recurridos. Lo importante de mencionar en

² Se tiene un antecedente previo de exposiciones en ferias de ciencias básicas realizadas semestralmente en la que los alumnos participan en forma libre. Normalmente los alumnos interesados en este tipo de dinámica se encuentra entre un 30 al 60 % del cupo total y con mayor demanda para aplicarlo en el nivel de básico de 8 a 12 años de edad.

este espacio es cada grupo de jugadores se sometió a cuarenta minutos de conversación sobre los términos mencionados y los coordinadores del juego sostuvieron 5 veces ese tiempo (debido a que cada uno atendió aproximadamente cinco equipos diferentes).

En la Tabla 4, podemos observar que dentro de las actividades del alumno coordinador se encuentra el exponer las reglas matemáticas haciendo referencia a las palabras mencionadas. Solamente en las 5 horas destinadas a esta fase los alumnos coordinadores no sólo explicaron las reglas matemáticas, también hicieron uso de señalamientos sobre las piezas para auxiliarse al explicarlas, se movieron de lugar para apoyar a cada uno de los integrantes intentando dialogar en las 5 horas que tuvieron destinado para ello (la columna derecha en rojo suma las horas destinado para ello).

Tabla 4. Distribución de horas.

	DOMINÓ		
	Diseña	Elabora	Difunde
1)Señalando	1	1	1
2)Dialogando	2	2	1
3)Moviéndose	1	1	1
4)Exponiendo	2	1	2
5)clases normales	2	2	3
TOTAL	8	7	8
SUMA (en horas)		23	

Pero la participación de los coordinadores no fue sólo en la fase de difusión, en el proceso de elaboración del Dominó se destinaron 7 semanas en las que los alumnos coordinadores no sólo propusieron y modificaron su juego, también tomaron 3 clases a la semana de forma expositiva tradicional, es decir, se expusieron a 21 horas de clase tradicional. Si consideramos algún porcentaje de participación en ese lapso, por ejemplo del 33 % y no del 50 % como se consideró a los alumnos que decidieron no ser coordinadores, podemos

asignar numéricamente un total aproximado de 7 horas (fila azul de la Tabla 4).

Ahora sólo falta sumar el porcentaje de participación de los coordinadores en las fases de diseño y elaboración del juego. En la Tabla 4 (en verde), se muestra lo que el docente monitoreo durante las 7 semanas: la participación de los alumnos señalando, dialogando, exponiendo y cortando el Dominó en repetidas ocasiones (moviéndose). En la figura 12, se muestra la cantidad en horas de participación del coordinador en las fases previas a la etapa en el Cecyte 33.

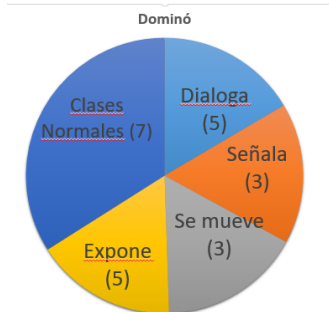


Figura 12. Participación del coordinador en fases de diseño y elaboración del Dominó.

Del total de alumnos (44) de la clase, 15 coordinaron juegos que en las fases de diseño y elaboración pudieron entablar una comunicación con el docente para adaptarlo a alguna propuesta personal y el grado de involucramiento pudo ser monitoreado por el docente: 17.5 hrs de atención en actividades participativas por parte del alumno que sólo asiste a clases expositivas, comparado con 23 hrs para el que coordina el juego, se logró una mayor atención con los coordinadores. El interés por contabilizar el número de horas es relacionarlo con lo que Mesurado (2010) y Csikszentmihalyi (1998) identifican como una experiencia de logro en el alumno como producto de una tarea de atención focalizada y sostenida.

4. Discusión

Desde el contexto escolar la difusión de los Dominós queda justificada por la intención de divulgar valores tan necesarios en nuestro entorno social.

Por otra parte, se ha intentado abrir un espacio de discusión acerca de si la evaluación del docente hacia sus alumnos es factible de realizarse moviéndose externamente al aula (tradicionalmente donde se enfatiza es en los entregables, como un reporte o examen). Y esto es relevante de estudiar si se considera que en las últimas reformas curriculares se enfatiza en formar al alumno no sólo sobre el cuerpo de conocimientos propiamente científico, sino considerando el aspecto actitudinal y el procedimental hacia la aplicación a otras áreas profesionales.

Y el paradigma de apertura al emprendimiento e innovación de la ciencia hacia el ámbito social, no sólo surge del contexto escolar, la industria también se involucra en ello. En la primera parte de este trabajo se mencionó la intención de desarrollar proyectos disruptivos a través de la transferencia tecnológica y comercialización para dar respuesta a las necesidades de los sectores estratégicos del país y el carecer de laboratorios o de equipo industrial de hecho no es (como se ha mostrado) impedimento para dar respuesta a uno de los sectores más importantes y de mayor demanda como es el sector educativo.

Sin embargo, los foros de presentación de las propuestas que naturalmente ofrece el Tecnológico Nacional (más allá de lo que se genere al interior de un solo instituto), solicitan la participación de los alumnos en términos de estudios de mercado, propuestas de valor, segmento de clientes, canales de distribución y flujo de ingresos, y para ello ya no es suficiente la motivación de algunos alumnos o docentes en forma aislada. Se

requiere de un trabajo multidisciplinario dentro de una estructura organizacional e institucional que todavía se encuentra en un proceso de formación. Ejemplifiquemos lo anterior con los programas de estudio. Aunque ellos constan de enunciados que recomiendan el trabajo colaborativo y transversal con otras asignaturas, no están diseñados operativamente para realizarlo de esa forma.

A pesar de lo anterior, existe consenso acerca de lo necesario que se torna vincular las producciones de los alumnos con el mercado laboral y por ello difundir experiencias como la de este escrito permite un primer acercamiento a ámbitos externos al aula. Además sabemos que el aprendizaje de las matemáticas requiere de motivación, herramientas y entusiasmo, y de hecho se ha mostrado que es una necesidad social que bien puede ser cubierta por nuestros estudiantes.

1. Referencias bibliográficas

- Armstrong, T. (2009). *Las inteligencias múltiples en el aula: guía práctica para educadores*. México: Editorial Paidós Educador.
- Candela, A. (1999). Prácticas discursivas en el aula y calidad educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 4, 273-298.
- Csikszentmihalyi, M. (1998). *Fluir (Flow). Una psicología de la felicidad*. Barcelona: Editorial Kairós (Orig. 1990).
- Csikszentmihalyi, M. (1998). *Aprender a Fluir (Finding Flow). Una psicología de la felicidad*. Barcelona: Editorial Kairós.
- Cuevas, C. A. y Pluinage, F. (2013). Investigaciones sobre la enseñanza del cálculo. *El Cálculo y su Enseñanza*, Volumen 4, Cinvestav-IPN, México, D.F. http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el_calculo/
- De Bono, E. (1988). *Seis sombreros para pensar*. Ediciones Granica SA.
- De Guzmán, M. (1984). Juegos Matemáticos en la enseñanza facultad de matemáticas", universidad complutense de Madrid, publicado en *actas de las iv jornadas sobre Aprendizaje y Enseñanza de las matemáticas*, Sociedad canaria de profesores de matemáticas Isaac Newton, Santa Cruz de Tenerife, 10-14 septiembre 1984.
- Dehesa, N. (2016). El dominó como medio para articular los registros de representación semiótica en contenidos de cálculo. *El Cálculo y su Enseñanza*, Volumen VII. Año 2015 – 2016, 9-22, http://mattec.matedu.cinvestav.mx/el_calculo/index.php?vol=7&index_web=13&index_mgzne.
- Gardner, H. (2013). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Hannaford, C (2008). *Aprender moviendo el cuerpo. No todo el aprendizaje depende del cerebro*. México: Editorial Pax.
- Jaim G. (1999). *La tragedia Educativa*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Klaric, J. (2016). *Véndele a la mente, no a la gente. Neuroventas: una ciencia nueva para vender más hablando menos*. Colombia: Editorial Planeta.
- Medina-López, C., Marín-García, J. A., y Alfalla-Luque, R. (2010). *Una propuesta metodológica para la realización de búsquedas sistemáticas de bibliografía*. WPOM-Working.

Mesurado, B. (2010). La experiencia de Flow o Experiencia Óptima en el ámbito educativo. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 42 (2), 183-192.

Monereo, C. J. y Pozo I. (2008). "Competencias para (con) vivir con el siglo XXI," *Cuadernos de Pedagogía* (en línea), No. 370. Monográfico.

Serrat, O. (2009). *The SCAMPER technique*. Knowledge Solutions.

Silverstein, D., Samuel, P., & DeCarlo, N. (2013). *The innovator's toolkit: 50+ techniques for predictable and sustainable organic growth*. John Wiley & Sons.

Sniukas, M., Lee, P., & Morasky, M. (2016). *The Art of Opportunity: How to Build Growth and Ventures Through Strategic Innovation and Visual Thinking*. John Wiley & Sons.

Zorrilla, J. (2007). *Desarrollo de habilidades verbales y matemáticas I*. México: Editorial AGO.