
Gestión didáctica del profesor y emergencia del arrastre exploratorio en un AGD: El caso de la rotación en educación primaria

Marisol Santacruz Rodríguez

mary21391@yahoo.es

Universidad del Valle

Trabajo de Investigación de Maestría (Concluido)- U del Valle

Resumen. Se hace referencia a la gestión didáctica del sistema de instrumentos a cargo del profesor, en relación con el desarrollo de génesis instrumentales del arrastre exploratorio en un Ambiente de Geometría Dinámica (AGD), con estudiantes de educación primaria. En esta perspectiva, se concibe, diseña, se pone en escena y evalúa, una secuencia didáctica que toma en consideración aspectos de la orquestación instrumental y la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD), alrededor de la noción de transformación de rotación, contemplando la emergencia y evolución de un Esquema Social de Uso (ESU).

Palabras clave: Transformación de rotación, Esquema Social de Uso (ESU), arrastre exploratorio, Teoría de Situaciones Didácticas (TSD), Ambientes de Geometría Dinámica (AGD).

1. Presentación

Este trabajo considera el papel que juegan los instrumentos en el aprendizaje de las matemáticas, tal como propone Trouche (2002), cuando resalta que la aparición de artefactos computacionales en la clase de matemáticas, supone un problema de carácter didáctico acerca de la construcción de instrumentos de actividad matemática, y en este proceso, la gestión del profesor aparece como un tema central.

Así, el problema de investigación del que se ocupa este trabajo, propone una mirada centrada en el papel del profesor como gestor del sistema de instrumentos puestos en clase. Este acercamiento posibilita el acompañamiento a las génesis instrumentales de los

estudiantes, en relación con el uso del arrastre exploratorio en el aprendizaje de la transformación de rotación.

En este sentido, la gestión didáctica del sistema de instrumentos, aparece en relación con la orquestación instrumental (Trouche, 2002), lo cual implica una consideración de las restricciones de los artefactos a integrar, determinar la intencionalidad didáctica de los mismos y una organización particular de la clase.

Por su parte, el sistema de instrumentos es una categoría proveniente de los trabajos de Rabardel (1995, 1999) que hace referencia a la articulación intencional de determinados instrumentos alrededor de una actividad particular por parte de los sujetos.

Este sistema de instrumentos requiere, en la clase, de una gestión didáctica a cargo del profesor, la cual se articula con el diseño mismo de la secuencia didáctica que se pretende movilizar a partir de la noción de orquestación instrumental.

Para esto, es importante considerar las condiciones y restricciones del artefacto a integrar, en este caso el Ambiente de Geometría Dinámica (AGD) Cabri Géomètre, particularmente su posibilidad de arrastre o desplazamiento, en el contexto del aprendizaje de la transformación de rotación en grado quinto de Educación Básica.

En esta perspectiva, el problema de investigación propone indagar las posibles relaciones entre la emergencia del arrastre exploratorio y la gestión didáctica de un sistema de instrumentos a cargo del profesor, en una secuencia didáctica alrededor de la rotación en quinto de educación básica.

En este orden de ideas, una primera hipótesis de investigación (HI1) plantea que la gestión didáctica del sistema de instrumentos se relaciona con el diseño de una secuencia didáctica concebida desde la orquestación instrumental y, la segunda hipótesis (HI2) sostiene que el diseño de dicha secuencia didáctica parte de considerar la emergencia de posibles ESU respecto al arrastre exploratorio.

2. Marco teórico

El marco teórico de esta investigación pretende explicitar algunas relaciones entre las categorías puestas en juego. Una primera articulación, deviene de la contextualización teórica del problema y las hipótesis de investigación, los cuales aportan dos categorías centrales: génesis y orquestación instrumental. De esta manera, la actividad instrumentada (Rabardel, 1995) se concibe como una categoría que permite crear diálogos con el arrastre exploratorio alrededor de la gestión didáctica del sistema de instrumentos.

El arrastre, surge pues, como una posibilidad de conexión del marco de análisis. Gana importancia en la construcción del dispositivo experimental, principalmente al posicionarse como eje central en el diseño de la secuencia didáctica, ya que contempla una mirada del papel que juegan los artefactos respecto a la pre estructuración de la actividad.

Por su parte, los Esquemas Sociales de Uso (ESU), al igual que la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD), en el sentido de Brousseau (1986 a, 1986 b, 1988, 1998) posibilitan la construcción de la segunda relación teórica alrededor de un diálogo entre los principios de las matemáticas experimentales, el arrastre y la transformación de rotación como objeto matemático puesto a consideración en el diseño de la secuencia didáctica. Es decir, se ponen en relieve algunos aspectos del objeto matemático respecto al arrastre exploratorio, el cual se concibe en diálogo con los ESU, la actividad con instrumentos, la transformación de rotación y la TSD.

En este sentido, uno de los desarrollos teóricos del trabajo se vierte en el diseño de un ESU del arrastre exploratorio presentado en la Figura 1 y el cual juega un papel preponderante en el diseño de la secuencia didáctica y los análisis subsiguientes:

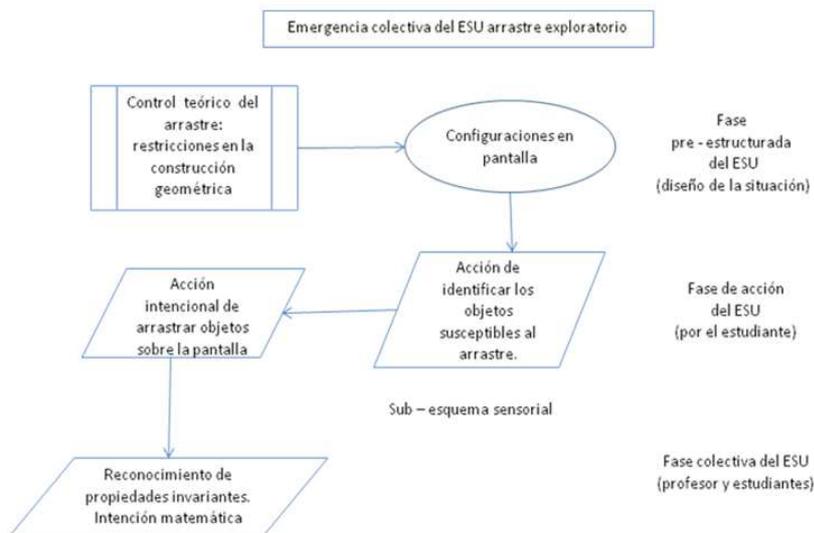


Figura 1. Emergencia colectiva del ESU arrastre exploratorio

Continuando con las relaciones teóricas que sustentan el trabajo, se ubica la gestión didáctica, a cargo del profesor, en conexión con la orquestación instrumental y la TSD, lo cual posibilita y le da sentido al diseño del dispositivo experimental. La Figura 2, presentada a continuación, pretende sintetizar las articulaciones teóricas anteriormente descritas:

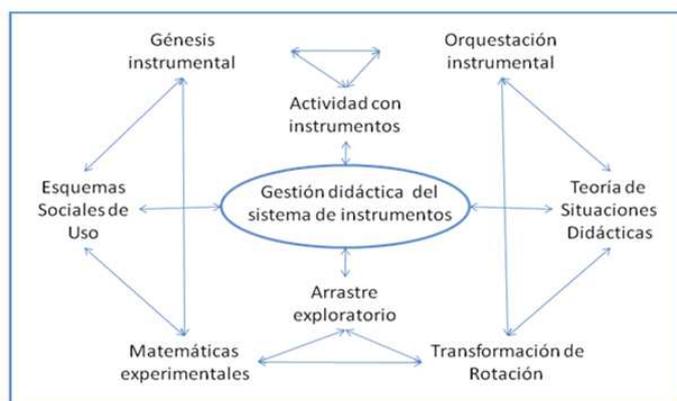


Figura 2. Principales articulaciones teóricas

3. Diseño metodológico

Este trabajo de investigación toma la microingeniería didáctica, como referente metodológico central. Por su parte, el diseño del dispositivo experimental contempla el papel que juega la orquestación instrumental en relación con los componentes del mismo, de esta manera, siguiendo las consideraciones de Trouche (2002), se explicitan los siguientes componentes:

El hardware didáctico	Referido a los artefactos considerados en el desarrollo de la secuencia didáctica: Cabri II plus (versión PC), computadores de mesa, un video beam, una pantalla para proyectar la imagen del video beam, un tablero con marcadores, hojas de papel y lápices.
El software didáctico	Lo constituye la secuencia didáctica que consta del desarrollo de siete situaciones.
Un sistema de aprovechamiento didáctico	Constituye la coordinación e integración de los componentes anteriores, lo cual constituye un eje central de la orquestación instrumental, alrededor de la gestión que el profesor realiza del sistema de instrumentos y que se articula en el diseño de la secuencia didáctica.

Tabla 1. Componentes del dispositivo experimental

Siguiendo este orden de ideas, y por motivos de espacio, aquí se presenta una muestra de los análisis *a priori* de una de las situaciones sujetas a experimentación y de la gestión didáctica a cargo del profesor, con el objeto de que ilustre algunos de los hallazgos encontrados en la investigación. Dichos análisis se centran en el tipo de situación a poner en juego (acción, formulación, comunicación o validación), el análisis de la intención del medio y la gestión didáctica a cargo del profesor.

Análisis a priori “Por el camino amarillo”. Esta tercera situación de la secuencia didáctica, concebida como una situación de formulación, enfatiza en identificar los centros de rotación y trayectorias en distintas rotaciones a partir de tres semicírculos (que representan

el “camino”), cada uno con centro en los puntos A, B y C, como puede verse en la Figura 3. Igualmente se presentan ocho puntos verdes, los cuales pueden ser arrastrados en la pantalla.

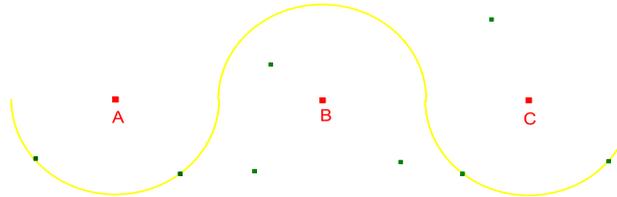


Figura 3. Configuración en pantalla

En esta situación se propone una exploración a partir de un arrastre que puede ser por un lugar oculto, o “semi-oculto”, pero también un arrastre de borde, es decir, relacionado mediante la construcción de un punto sobre objeto. En este caso, esos puntos sobre objeto pudieron estar sobre las circunferencias o sobre segmentos, propiciando el control teórico del arrastre a partir de la construcción, como puede observarse en la Figura 4.

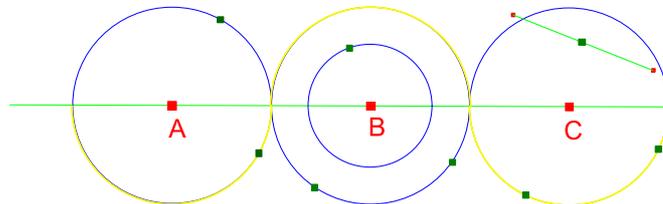


Figura 4. Construcción oculta

Las restricciones de la construcción involucran aspectos pre-estructurantes de la actividad, respecto al ESU del arrastre exploratorio, las cuales obedecen a una intencionalidad matemática por parte de quien lo ejerce, en este caso, preparada en un medio a-didáctico.

Por su parte, la intención del medio se centra en la generación de retroacciones a las acciones de los estudiantes. A continuación, la tabla 2 sintetiza algunos elementos del análisis *a priori*:

Situación de Formulación: Por el camino amarillo			
Consigna	Intención del medio	Reglas de juego	Estrategia ganadora
Había una vez un camino amarillo y siete puntos verdes. ¿Qué condición deben cumplir los puntos verdes para que todos puedan estar sobre el camino amarillo?	Restringir, por medio del control teórico del arrastre, dadas las características de la construcción, la exploración de las condiciones de los puntos involucrados.	Arrastrar los puntos y lograr dar una posible respuesta, en lenguaje natural, al problema que se plantea.	Identificar qué puntos son susceptibles de arrastrar, que cumplan las condiciones del problema, y reconocer las trayectorias circulares (respectos a los centros) que determina cada una.

Tabla 2. Síntesis del Análisis *a priori* Situación “Por el camino amarillo”

Análisis a priori de la gestión didáctica a cargo del profesor. Una de las actividades centrales del profesor se sitúa en relación con las tensiones del contrato didáctico que se pueden evidenciar en esta secuencia, principalmente en lo relacionado con las responsabilidades, roles y acciones de los estudiantes y profesor.

Se sostiene que la gestión, entendida desde la perspectiva de la orquestación instrumental, tiene un impacto importante en el establecimiento de dicho contrato. Los propósitos y el tipo de situación, y la actividad del estudiante, se consideran aspectos relacionados con la posible actividad matemática que éste pueda realizar, en este caso, asociada con el ESU del arrastre exploratorio y al reconocimiento de propiedades invariantes en el contexto de la rotación.

La Tabla 3 presenta un resumen de la gestión didáctica del profesor:

Gestión didáctica del sistema de instrumentos			
Primera Fase Gestión del contrato	Segunda Fase Actos de devolución	Tercera Fase Validación	Cuarta Fase Institucionalización
Gestiona tiempos y mecanismos de participación de los estudiantes. Explicita las consignas y reglas de juego.	Se abstiene de revelar la estrategia ganadora. Moviliza los conocimientos de los estudiantes a partir de preguntas tales como: ¿Qué fue lo que intentaron hacer? ¿Por qué creen que no funciona? ¿Qué otra cosa podrían intentar? ¿Qué pueden concluir de lo que hicieron?	El profesor gestiona un espacio de socialización en el que los estudiantes presentan sus trabajos e inicia un proceso de validación centrado en las argumentaciones que puedan desarrollar los estudiantes.	Al final de la situación, se realizan acuerdos profesor – estudiantes acerca de los conocimientos involucrados y movilizados a partir del posible arrastre exploratorio realizado por los estudiantes.

Tabla 3. Análisis *a priori* de la gestión didáctica a cargo del profesor

4. Análisis de datos

La estructura de los análisis *a posteriori* se realiza tomando en consideración el diseño de las situaciones, la actividad instrumentada de los estudiantes asociada a la emergencia y evolución del ESU del arrastre exploratorio y la gestión didáctica del sistema de instrumentos.

La fase experimental de la investigación se desarrolló con un grupo regular de grado quinto de educación básica de una institución educativa pública del municipio de Yumbo (Valle), con una población mixta de 41 estudiantes, una edad promedio de 10 años y un profesor invitado que no labora en dicha institución.

Análisis a posteriori Situación “Por el camino amarillo”. En las producciones de los estudiantes puede apreciarse, por ejemplo, el reconocimiento de los estudiantes de las trayectorias de los objetos que rotan alrededor del centro, y la evolución del ESU cuando se identifican los puntos susceptibles al arrastre, llamados puntos “clave” por los estudiantes.

La gestión concede importante papel a la fase de acción del ESU, centrada en el estudiante, pero donde la intencionalidad matemática queda inicialmente relegada. De esta manera la fase colectiva del ESU, casi naturalmente, se relaciona con los espacios de validación y socialización que el profesor gestiona. Justamente en estos espacios, a partir de las devoluciones del profesor, empieza a hacerse visible la situación matemática que se intenta movilizar en la situación didáctica.

Las devoluciones del profesor parecen estar agrupadas en dos tipos: aquellas que intentan movilizar el sub-esquema sensorial del arrastre, y otras enfatizadas en el reconocimiento de propiedades invariantes, es decir, alrededor de la intencionalidad matemática.

Para el profesor es importante enfatizar en la intencionalidad matemática, alrededor de las características del movimiento de los puntos verdes y la identificación de los centros de giro. Estos espacios de socialización, contemplados en las fases de validación e institucionalización de la gestión del sistema de instrumentos, constituyen espacios propicios en los que las fases del ESU del arrastre exploratorio puedan movilizarse.

Su gestión del contrato, de los tiempos y de la organización, se complementó con los actos de devolución. Allí frente al medio, los retos e intenciones del profesor se explicitaron: que los estudiantes reconocieran las trayectorias que recorren los objetos cuando rotan alrededor de un centro, o identificar dicho centro.

Consideraciones finales del análisis a posteriori. La experimentación permitió corroborar que el artefacto integrado al diseño de la secuencia, efectivamente logra pre-estructurar la actividad matemática de los estudiantes, al igual que el diseño de las situaciones y la gestión didáctica del profesor cuando pone la secuencia en obra.

Las devoluciones del profesor, se agrupan según su orientación, en dos tipos como lo muestra la Figura 6. Aquellas dirigidas a las propiedades de la rotación, enfatizadas según la situación, y aquellas alrededor de la emergencia del ESU del arrastre exploratorio. Sin embargo, estas devoluciones son complementarias y se matizan según la intención del profesor.

Figura 6. Campos posibles de la gestión del profesor

El campo del diseño de las situaciones, se sitúa principalmente alrededor del tratamiento de las variables didácticas consideradas, y el papel que se le otorga al medio; por otro lado la emergencia del ESU se relaciona con la gestión del contrato, los actos de devolución, los procesos de validación e institucionalización, en los cuales se destaca el papel colectivo de las acciones del profesor.

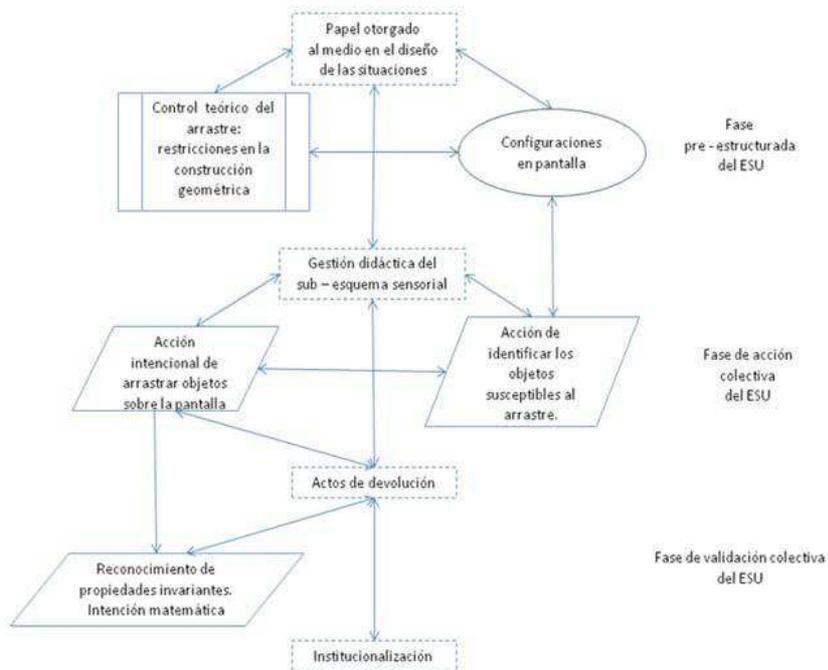


Figura7. Emergencia experimental del ESU del arrastre exploratorio

Esto constituye finalmente, el resumen de los resultados de esta investigación: la gestión didáctica del sistema de instrumentos, como parte fundamental de la orquestación instrumental, constituye campos de acción, de posibilidades, que pueden variar según la intencionalidad didáctica del profesor.

5. Conclusiones

Lograr ubicar el arrastre en relación con las categorías de actividad con instrumentos, transformación de rotación, ESU y TSD, permitió la construcción de una integración de enfoques teóricos, que permitió explicar las relaciones entre la emergencia de instrumentos en clase y la gestión del profesor, que constituyó el problema central de esta investigación.

Respecto a la primera hipótesis de investigación (HI1), se puede sostener que la gestión didáctica de los sistemas de instrumentos constata que el aprendizaje de las matemáticas es articulado a las génesis instrumentales. Así, esta gestión no constituye un aspecto aislado, sino que entra en contacto con la orquestación instrumental, y a través de ésta, con el diseño de la secuencia didáctica.

En cuanto a la segunda hipótesis de investigación (HI2) respecto a los aspectos colectivos de las génesis instrumentales, nace una idea subyacente y es la relación de éstas con la situación matemática que sostiene el diseño de las situaciones didácticas que conforman la secuencia. Esto constituye una de las principales características del dispositivo experimental, a partir de constituir un ESU del arrastre exploratorio en el contexto del diseño de una secuencia didáctica que contempla la gestión didáctica del profesor.

Por tanto, la gestión didáctica del profesor es una interpretación que hace de la secuencia, del papel que otorga a los artefactos, a la mediación de los instrumentos en el aprendizaje, y resultado de su formación y su experiencia. En los análisis *a posteriori* se mostraba, cómo su gestión puede ser fruto de sus intencionalidades en clase respecto a la integración didáctica de un nuevo artefacto a la clase, y el tipo de actividad instrumentada que con su uso se genera.

Referencias bibliográficas

- Brousseau, G. (1986, a) Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherches en didactique des mathématiques. Grenoble : La pensée Sauvage éditions.
- Brousseau, G. (1986, b): La relation didactique: le milieu. En : Actes de la IVème École d'été de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique. IREM de Paris VII. Paris: Université Paris VII.

- Brousseau, G. (1988): Les différents rôles du maître. En: Bulletin de l'A.M.Q. No. 23. 1988.
- Brousseau, G. (1998) Théorie des situations didactiques. Grenoble: La Pensée Sauvage Éditions.
- Rabardel, P. (1999) Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. En : Bailleul M. (Ed.) Actes de la dixième université d'été de didactique des mathématiques. Évolution des enseignants de mathématiques ; rôle des instruments informatiques et de l'écrit. Qu'apportent les recherches en didactique des mathématiques. Caen: IUFM de Caen.
- Rabardel, P. (1995) Les hommes et les technologies. Une approche cognitive des instruments contemporains. Paris: Armand Collins.
- Trouche, L. (2002) Genèses instrumentales, aspects individuels et collectifs. En: GUIN, D. y Trouche, L. (Ed) Calculatrices symboliques. Transformer un outil en un instrument du travail informatique: un problème didactique. Grenoble: La Pensée Sauvage Éditions.

**Volver al índice
Mesas Temáticas**