

# Entornos informáticos para el aprendizaje de las matemáticas

## Proyecto TeP-Perú

Bertrand Rousset  
Colegio Franco Peruano

### Resumen

El objetivo de este artículo es de reflexionar sobre la manera de mejorar la enseñanza de la geometría en el Perú usando TracenPoche. En la primera parte, se presentará la interfaz de TeP, la sintaxis de los objetos creados, los modos de utilizar TeP y las novedades de este software. En la segunda parte, se presentará la geometría dinámica desde el punto de la didáctica. En esta parte se analizará cómo TeP permite mejorar la manera de enseñar la geometría. Finalmente, se hablará del trabajo en colaboración en el proyecto TeP-Perú y sus objetivos.

TracenPoche<sup>1</sup> (TeP) es un software libre y gratuito de geometría dinámica desarrollado por miembros de Sésamath<sup>2</sup>. Sésamath es una asociación francesa constituida por profesores de Matemáticas. El proyecto TeP-Perú nació gracias al deseo de traducir TeP en español y está desarrollado con el apoyo de la Embajada de Francia en el Perú. La primera etapa de este proyecto es la traducción de la interfaz de TeP. La segunda es promover a nivel nacional la utilización de TeP en las instituciones educativas. La tercera es desarrollar una red de trabajo entre los profesores de las distintas instituciones educativas del país dando ayuda técnica y proponiendo actividades para desarrollarlas con sus alumnos. Todas estas etapas conducen al objetivo fundamental que consiste en mejorar la enseñanza de las

---

<sup>1</sup> [www.tracenpoche.sesamath.net](http://www.tracenpoche.sesamath.net)

<sup>2</sup> [www.sesamath.net](http://www.sesamath.net)

Matemáticas en el Perú. La traducción de la interfaz empezó en el mes de septiembre 2007 y se terminó en febrero del 2008. El Mag Mariano González Ulloa (PUCP) dió su apoyo para realizar esta primera etapa.

En el artículo se utilizará el término EIAH que significa Entorno Informático para el Aprendizaje Humano.

## **1. Presentación de TeP**

### **1.1. La interfaz**

La figura 2 presenta la interfaz de TeP con diferentes zonas.

#### **1.1.1. La zona figura**

Es la zona donde está dibujada la figura, los objetos pueden desplazarse con el mouse (cuando es posible) o ser escogidos para responder a las acciones de los botones seleccionados.

#### **1.1.2. La zona de los botones**

Esta zona contiene una serie de botones. Se puede crear por ejemplo un punto o una recta pasando por dos puntos. Se puede definir una transformación, por ejemplo una simetría central. Los botones están diseñados con el mismo modelo. La figura 1 es la imagen del botón que permite trazar la paralela a una recta pasando por un punto. De color negro aparece lo que es el contexto necesario para construir el objeto deseado. Para trazar la paralela a una recta (d) pasando por un punto A, se necesita una recta (d) y un punto A. En negro se puede visualizar un punto y una recta que representan en este caso el punto A y la recta (d). Cada botón contiene de esta manera las informaciones necesarias para saber que objeto se puede crear y cuales son los objetos necesarios para conseguirlo. En rojo aparece el resultado que ofrece el botón.



Figura 1. Botón que permite trazar la paralela a una recta pasando por un punto



Figura 2. Interfaz de TeP

### 1.1.3. La zona del Script

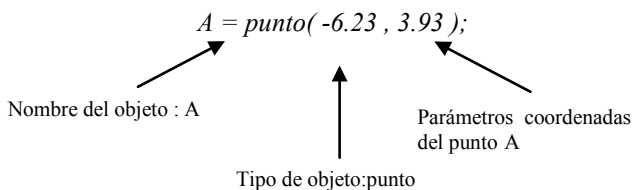
El script de la figura se presenta en esta zona en tiempo real y se puede modificar. El botón de la figura 3 permite visualizar el dibujo correspondiente al script modificado.



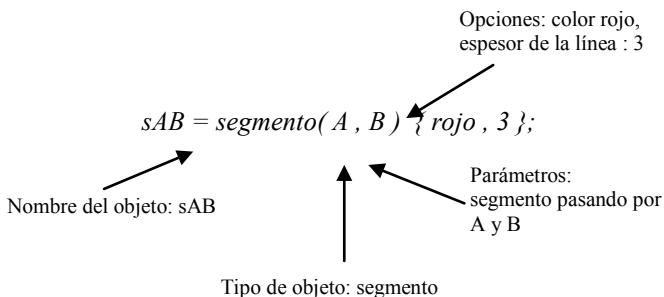
Figura 3. Botón que permite actualizar el script modificado  
La zona script tiene una sintaxis para describir los objetos :

*Nombre\_objeto=tipo\_objeto(parámetros){opciones}*

Para un punto se escribe por ejemplo:



Para un segmento [AB] se escribe por ejemplo:



Esta sintaxis es fácil de entender y permite describir de manera formal los objetos de la geometría.

#### 1.1.4. La zona Análisis

En esta zona se pueden hacer cálculos o pedir informaciones sobre la figura. Se puede medir por ejemplo la longitud de un segmento.

#### 1.1.5. La zona Transformaciones

En esta zona se puede seleccionar una transformación después de haber definido la transformación.

#### 1.1.6. La zona Informaciones

En esta zona se pueden conseguir los datos respecto al número de la versión utilizada. En el caso de la figura 2, el número de la versión es 2.32s.

### 1.2. Usuarios de TeP

[LER 06] indica que cuando un EIAH está creado, es importante que la utilización de estos entornos no perturbe el

aprendizaje de los alumnos. [PAQ 91] llama “ruidos informáticos” las perturbaciones generadas por el EIAH. Estos ruidos dependen de la competencia del estudiante. El comportamiento no es el mismo para un estudiante acostumbrado a usar un software que para un alumno principiante. Por esta razón, es importante definir el tipo de usuario. De esta elección dependen las funcionalidades del software y el tipo de actividades que se puedan realizar. TeP fue pensado para ser utilizado en los colegios. Por esta razón, los botones, las informaciones de pantallas, y funcionalidades de TeP fueron adaptadas a los alumnos.

### 1.2.1. Los botones

Los botones fueron pensados para que sea fácil utilizarlos, tienen un tamaño adecuado, no contienen textos, y las informaciones contextuales (objetos de color negro) permiten entender el uso de cada botón.

### 1.2.2. Las informaciones de pantallas

Cuando un usuario desea trazar la perpendicular a una recta, las informaciones de pantallas indican los requisitos para obtener una circunferencia definida por su centro y un punto. La figura 4 muestra las diferentes etapas para trazar esta circunferencia.

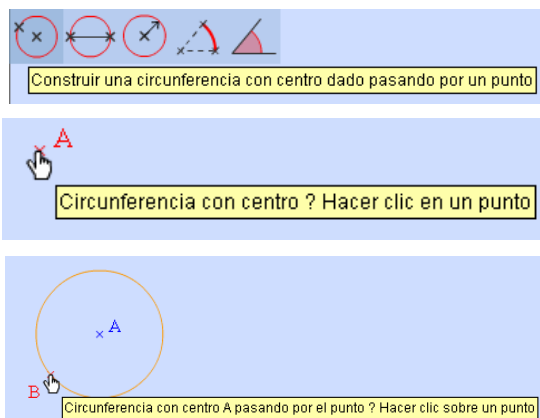


Figura 4. Diferentes etapas de las informaciones de pantallas

Gracias a las informaciones de pantallas, un alumno es más autónomo para crear objetos con TeP. Estas informaciones permiten un aprendizaje rápido de las funciones de TeP. El vocabulario empleado por las informaciones de pantallas es el vocabulario que usan los alumnos en los colegios, de esta manera se acostumbran a usar el vocabulario.

### **1.2.3. Transformaciones geométricas**

TeP permite definir las transformaciones geométricas que los alumnos descubren en el colegio. La manera de definir las es formal para que los alumnos se acostumbren a declarar una transformación de manera precisa.

### **1.2.4. Cálculos**

La zona Análisis permite dar el resultado de los cálculos tal como la longitud de un segmento o la medida de un ángulo. Estas herramientas están adaptadas a los alumnos de los colegios para realizar sus actividades.

## **1.3. Modos de usos**

TeP puede ser utilizado desde Internet. El usuario se conecta en el sitio de Tracenpoche<sup>3</sup> en español. La tecnología empleada para TeP es Flash (c) Adobe. Esta tecnología permite tener un software fácil de descargar y de instalar. [LER 06] indica que la instalación del EIAH debe ser fácil para que los alumnos puedan concentrarse en su actividad de aprendizaje. TeP puede ser usado también de un modo local sin conectarse a Internet. Para utilizarlo en modo local, el usuario puede descargarlo en el sitio de TeP<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> [www.tracenpoche.sesamath.net](http://www.tracenpoche.sesamath.net) , y hacer clic en la bandera española

<sup>4</sup> [www.tracenpoche.sesamath.net](http://www.tracenpoche.sesamath.net) , y hacer clic en la bandera española ,hacer clic en “TeP en otro idioma” y descargar el archivo.

## **1.4. Novedades de TeP**

### **1.4.1. Zona Script**

La zona Script de TeP se sitúa al lado de la zona Figura. Esta novedad permite ver el script de manera dinámica. Cada vez que un objeto es modificado, el script se modifica. El script permite tener una descripción formal de la figura. Cuando un alumno es principiante se fija solamente en los botones y la figura, después de tener más experiencia los alumnos pueden modificar una figura con el script sin usar los botones. Por ejemplo, para colorear un segmento en rojo se escribe {rojo} al final de la declaración del segmento antes de « ; ». Cuando un alumno se acostumbra a leer el script, aprende a tener una descripción formal de la figura porque la sintaxis de los objetos es muy precisa. Esta competencia permite a los alumnos mejorar su capacidad de razonamiento.

### **1.4.2. Zona Análisis**

La zona Análisis está en la misma ventana que la figura. Esta zona permite hacer cálculos o tener unas informaciones. Por ejemplo, se puede saber si un punto pertenece a una recta. La ventaja de esta zona es que los cálculos no aparecen en la misma zona que la figura. Esto permite al alumno tener una figura menos cargada en informaciones.

### **1.4.3. Organización de las zonas**

La ventana está dividada en varias zonas : figura, script, análisis. El proyecto Andes<sup>5</sup> [VANLEHN 2005], ofrece una organización de la ventana en varias zonas. Los creadores de este proyecto anuncian que esta separación permite a los alumnos organizar de manera más formal su razonamiento. Se puede hacer de esta manera una distinción entre la figura geométrica, la descripción de la figura y los cálculos.

---

<sup>5</sup> <http://www.andes.pitt.edu> . Andes es un software desarrollado para estudiar la física.

## **1.5. Software gratis y libre**

TracenPoche es un software libre (open source) y gratuito. De esta manera, los profesores y los alumnos pueden utilizarlo sin pagar. Para la asociación Sésamath el aspecto gratuito de las herramientas pedagógicas es muy importante, eso promueve la igualdad en la educación.

## **2. Ventajas de la geometría dinámica en la enseñanza de la geometría**

### **2.1. Software de geometría dinámica**

#### **2.1.1. Micromundo**

[CAP 95] recuerda la definición de un micromundo «Un micromundo es una creación de un mundo de realidades artificiales que ofrece un modelo de una teoría. Este mundo está compuesto de objetos con los cuales se pueden realizar acciones, también se pueden crear nuevos objetos. Los objetos creados están bajo el control de la teoría subyacente al modelo».

De este modo, TeP es considerado como un micromundo. Con TeP se pueden crear objetos y realizar acciones tales como, desplazar o construir la imagen de un punto por una transformación. Cuando se desplazan objetos, las propiedades geométricas son conservadas.

[LER 06] indica que un micromundo permite al estudiante construir su conocimiento gracias a la exploración. El concepto de micromundo pertenece a la corriente constructivista. En esta corriente, el aprendizaje es un proceso de construcción del conocimiento que procede de la interacción entre un sujeto y el entorno.

En el transcurso de una actividad con TeP el alumno realiza interacciones con su entorno informático, lo que permite al alumno según la teoría constructivista entrar en el proceso de aprendizaje de la geometría.



### **2.1.2. Noción de figura geométrica**

[ABR 98] indica que un software de geometría dinámica favorece «el aprendizaje de la noción de una figura geométrica a saber el establecimiento de relaciones entre un objeto geométrico y los dibujos que están asociados». Para los alumnos es difícil darse cuenta de la diferencia entre un dibujo y una figura geométrica. A continuación estudiaremos cómo TeP favorece el aprendizaje de la noción de una figura geométrica.

## **2.2. Algunas diferencias entre la técnica “papel-lápiz” y TeP**

### **2.2.1. Los tipos de desplazamientos**

[TAP 06] presenta en su tesis los tres tipos de desplazamientos posibles con un software de geometría dinámica.

Desplazamiento 1: desplazar para validar o invalidar

Este tipo de desplazamiento permite validar o invalidar una construcción geométrica. Por ejemplo, se puede pedir a un alumno construir un cuadrado ABCD a partir de dos puntos A y B. Para verificar que la construcción sea realmente un cuadrado, se puede arrastrar el punto A o B y ver si el cuadrilátero es un cuadrado. Algunos alumnos pueden intentar colocar los puntos C y D de tal manera que el cuadrilátero ABCD se parezca a un cuadrado. Lo hacen solamente usando el botón « crear un punto », con este botón no existen relaciones con los puntos A y B. Usando el botón « crear un punto », se puede conseguir un caso particular de cuadrado ABCD, pero si desplazamos el punto A, el dibujo que se consigue no está relacionado con el concepto de cuadrado porque los puntos C y D no han sido definidos relativamente a A y B para que sea un cuadrado. Con un hoja de papel no es posible realizar esta experiencia.

Desplazamiento 2: desplazar para conjeturar

Este tipo de desplazamiento permite hacer conjeturas en el caso por ejemplo, de una figura sin indicaciones y donde no aparece la zona Script. Se puede pedir que tipo de punto es el

punto en rojo de la figura 5. Para poder responder a la pregunta, los alumnos pueden desplazar los puntos A, B, C y observar cómo reacciona el punto rojo. Pueden ver lo que pasa si ABC es un triángulo rectángulo, isósceles...

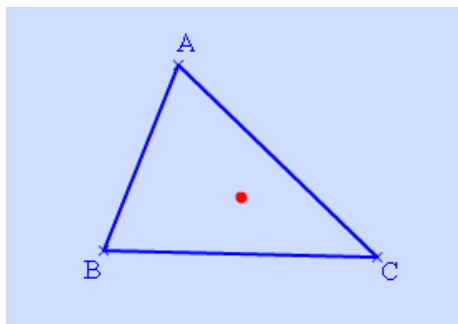


Figura 5: Conjeturar qué tipo de punto es.

Con un una hoja de papel no es posible tener una actividad de investigación que permita al alumno realizar un trabajo de conjetura.

Desplazamiento 3: desplazar para constatar

Este tipo de desplazamiento permite constatar propiedades geométricas de objetos que son invariables cuando por ejemplo se desplaza un punto.

Se usa este tipo de desplazamiento cuando un alumno realiza una actividad de descubrimiento de una propiedad geométrica. Por ejemplo, para descubrir una propiedad de la mediatriz de un segmento  $[AB]$ , un alumno crea un punto M sobre la mediatriz y mide la longitud del segmento  $[AM]$  y la del segmento  $[BM]$ . Cuando se desplaza el punto M, el alumno puede observar que AM y BM son iguales (aproximadamente).

Muchas actividades usan este tipo de desplazamiento. En el caso del papel se pueden realizar algunas construcciones pero con TeP, el alumno puede observar muchos más casos de dibujos que permiten constatar este resultado.

## **2.2.2. Dependencias entre los objetos**

[TAP 06] analiza las distintas dependencias entre los objetos.

Construcción/dependencia 1: dependencia de los objetos construidos en relación con los puntos de base. Por ejemplo, cuando se construye un cuadrado ABCD a partir de dos puntos libres A y B, los puntos C y D dependen de los puntos A y B, esto impide mover el punto C si hacemos clic sobre este punto.

Construcción/dependencia 2: dependencia entre los objetos cuando se elimina un objeto. En el caso del cuadrado ABCD, si se elimina el punto A entonces los puntos C y D van a desaparecer porque dependen de los puntos A y B.

Construcción/dependencia 3: propiedades geométricas dadas a una figura en su construcción. En el caso del cuadrado ABCD, las diagonales tienen la misma longitud, son perpendiculares y secantes en el punto medio de las diagonales. Estas propiedades no fueron definidas en la construcción de los puntos C y D (si trazaron perpendiculares y circunferencias).

## **2.2.3. Configuraciones de herramientas**

### **2.2.3.1. Escoger los botones**

TeP permite escoger los botones visibles en la interfaz. Por ejemplo, para construir la paralela a una recta (BC) pasando por un punto A, se puede esconder el botón que permite trazar directamente la paralela a una recta pasando por un punto. Esta configuración es interesante porque los alumnos tienen que reflexionar para utilizar propiedades matemáticas en la construcción de la figura deseada. En este caso, los alumnos pueden trazar dos perpendiculares o utilizar la propiedad de los puntos medios de los lados de un triángulo. Para realizar esta construcción, el alumno tiene que utilizar propiedades que utiliza normalmente para hacer demostraciones y no construcciones.

### 2.3.3.2. Esconder la zona Script

TeP permite esconder la zona Script. Esta herramienta puede ser interesante para que los alumnos puedan hacer conjeturas sobre una figura. El hecho de no ver el script de una figura, no permite conocer las características de los objetos. Los alumnos tienen que realizar una serie de experimentaciones para tratar de descubrir las propiedades de la figura estudiada.

### 2.3.3.3. Modo paso a paso

El modo paso a paso es interesante para visualizar las etapas de la construcción de una figura. La figura 6 muestra el módulo de control que permite utilizar el modo paso a paso.



Figura 6: Módulo de control del modo paso a paso

Con este módulo se puede ver entre otro las diferentes etapas de construcción de la circunferencia circunscrita a un triángulo ABC. En una pizarra con una tiza un profesor puede volver a hacer la construcción de una figura pero no es tan fácil, sin embargo con el módulo se puede repetir sin límites estas etapas. Una figura que aparece en varias etapas permite al alumno entender el proceso de construcción de la figura, además se puede ver una etapa anterior si no se entendió una etapa. Este módulo permite tener interactividad en la visualización de la construcción de una figura.

## 2.3. Interés de la Geometría Dinámica

### 2.3.1. Teoría van HIELE [VAN 86]

La teoría van HIELE fue desarrollada por los holandeses Dina y Pierre van HIELE. Esta teoría propone niveles de comprensión de los conceptos geométricos. Los van HIELE pudieron constatar que los alumnos podían progresar en el razonamiento geométrico en 5 etapas consecutivas. En su

artículo, [BUR 99] presenta los diferentes niveles de esta teoría.

Nivel 1. La visualización:

El alumno percibe los objetos geométricos a partir de su apariencia. Puede hacer razonamientos usando una descripción visual de los objetos.

Nivel 2. El análisis :

El alumno empieza a analizar las figuras y es capaz de relacionar un objeto geométrico con sus propiedades. Para describir un objeto utiliza propiedades necesarias.

Nivel 3. La abstracción:

El alumno es capaz de ordenar las propiedades de los objetos geométricos, de distinguir las propiedades necesarias y suficientes para determinar un concepto. Sin embargo, no entiende el interés de la demostración.

Nivel 4. La deducción formal :

El alumno es capaz de entender y realizar los diferentes elementos de una demostración. Las demostraciones son consideradas como necesarias y se da cuenta que pueden existir varios caminos diferentes.

Nivel 5. El razonamiento preciso :

El alumno es capaz de trabajar con sistemas axiomáticos diferentes y estudiar geometrías variadas, sin modelo concreto.

### **2.3.3.1. Teoría van HIELE y los softwares de geometría dinámica**

El artículo [BUR 99] presenta también los resultados de un estudio sobre el nivel, según la teoría van HIELE, de un grupo de alumnos. Los autores recomiendan que para ayudar a un alumno a pasar del primer al segundo nivel, es importante que pueda manipular los objetos, hacer experimentaciones, que no los vea siempre en la misma configuración. De esta manera, se puede favorecer el uso de las propiedades.

En el primer nivel, TeP podría ayudar a los alumnos a ver los objetos en diferentes configuraciones y realizar experimentaciones. En el segundo nivel, desplazando los vértices de un cuadrado se puede hacer medidas respectivamente a los ángulos y a los lados. El alumno puede explorar por él mismo las propiedades del cuadrado con muchas variedades de dibujos. En el tercer nivel, un alumno puede desplazar los vértices de un cuadrado y de un rectángulo para establecer una relación de inclusión. TeP permite medir y desplazar los vértices de un rectángulo para intentar tener un cuadrado, con una hoja de papel es difícil lograr este tipo de experimentación de manera dinámica.

El autor del artículo [PUR 00] hizo un estudio sobre la influencia del uso del software Cabri [CAB 08], en Brasil, respecto a los niveles de la teoría van HIELE. El análisis de la experimentación muestra que el uso exclusivo de Cabri no permite a un alumno pasar del nivel 1 al nivel 2. Para pasar del nivel 1 al 2, se necesita saber manejar el vocabulario que permite describir una figura. El autor recomienda a los profesores ofrecer actividades fuera del uso de Cabri para que el alumno pueda mejorar su vocabulario. Este comentario es importante porque señala la necesidad de usar un software de geometría dinámica con otros tipos de actividades para mejorar la enseñanza de la geometría. Sin embargo, el autor piensa que cuando el alumno sabe expresarse para describir una propiedad matemática, el uso de Cabri lo puede ayudar para pasar del nivel 2 al 3, pero hay que respetar la estructura recomendada por la teoría van HIELE. Este comentario muestra el interés de usar TeP para pasar del nivel 2 al 3, pero eso va depender de la manera de organizar las actividades. Esto deja ver la importancia de la formación de los profesores.

### **2.3.2. Construcción vs dibujo**

En una hoja de papel se puede trazar un cuadrado ABCD a partir de dos puntos A y B, usando una escuadra sin utilizar propiedades geométricas. En este caso se habla de dibujo. Un

alumno lo puede hacer solamente a partir de la apariencia que tiene un cuadrado.

Con TeP no se puede usar una escuadrada. Para conseguir un cuadrado ABCD a partir de dos puntos A y B, se puede trazar una perpendicular al segmento [AB] pasando por A y una circunferencia de centro A pasando por B. Para tener la idea de usar estos botones, el alumno tiene que poder describir las propiedades de un cuadrado. Esta construcción es un buen ejercicio para ayudarlo a aplicar las propiedades de los cuadriláteros particulares.

### **2.3.3. Lugar de experimentaciones**

El autor del artículo [LAB 03] indica a propósito de Cabri : « Los usuarios pueden realizar experiencias reales que corresponden a las experiencias mentales que pueden efectuar sobre los objetos abstractos que no son frecuentemente disponibles para los alumnos ». Cabri y TeP permiten a los alumnos realizar este tipo de experimentaciones, este aspecto es interesante para los que tienen dificultades de visualización.

#### **2.3.3.1. Nuevas áreas de experimentaciones**

Las oportunidades de experimentación que ofrece TeP permiten a los profesores inventar una nueva manera de descubrir la geometría. Cuando un profesor empieza a utilizar TeP con sus alumnos, es difícil realizar actividades que sean diferentes de lo que se hace con una hoja de papel. Por esta razón, antes de empezar una actividad con los alumnos, una reflexión sobre las diferencias entre TeP y la técnica “papel-lápiz” puede permitir a los alumnos aprovechar de estas nuevas áreas de experimentaciones. Para que los profesores puedan aplicar estas nuevas áreas de experimentaciones, una formación en las universidades o institutos pedagógicos puede ser interesante. El objetivo de estas formaciones es ofrecer a los profesores unas herramientas de reflexión sobre la manera de construir una actividad tomando en cuenta lo que ofrece TeP. El autor de la tesis [TAP 06] indica que estas

nuevas áreas de experimentaciones permiten establecer nuevas estrategias de resolución para los alumnos. Estas nuevas estrategias necesitan una nueva manera de concebir las actividades de los alumnos. Esta reflexión, se podría hacer entre profesores o en el transcurso de la formación pedagógica de los profesores. Para que los alumnos puedan realizar estas nuevas actividades, los profesores pueden enseñarles una metodología para resolver estos nuevos tipos de problemas. ¿Qué tipos de nuevas estrategias se pueden definir? ¿Cómo enseñar estas estrategias a los alumnos?

Estas nuevas actividades permiten a los alumnos trabajar en grupo para intentar conseguir una solución al problema. Con el trabajo en grupo los alumnos acceden a un intercambio de ideas con el objetivo de ayudarse mutuamente en el aprendizaje.

### **3. Trabajo en colaboración en el proyecto TeP-Perú**

En Francia, Sésamath logró constituir varios grupos de trabajo en colaboración. Gracias a este trabajo, se pudieron desarrollar varios softwares gratuitos dedicados a la enseñanza y al aprendizaje de las matemáticas, dar una ayuda técnica para los usuarios de los softwares y proponer fichas de actividades para los alumnos. El trabajo en colaboración significa que profesores pueden trabajar juntos sobre un mismo proyecto. La comunicación se establece gracias a mensajes enviados por mail a una lista predefinida de usuarios.

En octubre del 2007 Sésamath estuvo en el tercer lugar del premio UNESCO sobre el uso de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación para la Enseñanza (entre 68 proyectos de 51 países). La asociación fue premiada por la calidad de sus soportes pedagógicos y por su capacidad en alcanzar un público numeroso de alumnos y profesores. Este premio demuestra el interés de un trabajo en colaboración.

La tercera etapa del proyecto TeP-Perú consiste en constituir un grupo de profesores para trabajar en colaboración con el fin de cumplir los siguientes objetivos.



### **3.1. Promover la utilización de TeP**

Este primer aspecto se refiere a la divulgación de TeP en los colegios. Para lograrlo una buena meta sería organizar talleres dirigidos a los profesores de matemáticas con el fin de enseñarles a utilizar el software y a realizar actividades. El trabajo en colaboración consiste en intercambiar ideas para preparar estos talleres. ¿Qué tipo de actividades realizar para los profesores? ¿Dónde realizarlas?

### **3.2. Ayuda técnica para los usuarios**

Cuando un profesor desea utilizar TeP pueden surgir preguntas sobre el uso. La experiencia realizada en Francia demuestra que cuando un profesor hace una pregunta en la lista, generalmente consigue una respuesta gracias a los expertos de TeP y los otros profesores de la lista pueden aprovechar de las dudas aclaradas.

TeP sigue siendo desarrollado y todavía existen algunos errores. Un interés de la lista de trabajo en colaboración es señalar los errores para que puedan ser corregidos.

En este proyecto es necesario constituir un grupo de expertos que puedan contestar a las preguntas que aparecerán en la lista.

### **3.3. Proponer actividades para los alumnos**

Este aspecto del trabajo en colaboración pretende preparar fichas de actividades para los alumnos de manera que los profesores puedan utilizarlas en el salón de clase. Estas fichas podrían ser descargadas desde la página web de TracenPoche con el fin de ofrecerlas a todos los profesores de matemáticas. Estas fichas pueden ser utilizadas directamente o servir como una referencia a los profesores. El objetivo de este trabajo en colaboración es de alimentar una reflexión sobre el tipo de actividades que pueden proponerse a los alumnos, sobre las ayudas que se pueden ofrecer ¿Qué actividades proponer para tomar en cuenta las ventajas de geometría dinámica? ¿Cómo aplicar nuevas estrategias de resolución? ¿Qué tipos de preguntas hacer? ¿Preguntas

abiertas o cerradas? ¿Qué tipo de respuestas esperar de parte de los alumnos?

Otro aspecto de este trabajo es meter en línea figuras geométricas para una visualización de las propiedades matemáticas o para promover una actividad de investigación. Los alumnos podrían explorar las figuras con el fin de descubrir sus propiedades.

#### **4. Conclusión**

En este artículo se describió TeP y las novedades de este software. Los tipos de desplazamientos, la dependencia de los objetos, la configuración de las herramientas son elementos que establecen unas diferencias entre la técnica “papel-lápiz” y TeP. La teoría de van HIELE fue introducida para ver cómo el uso de TeP puede mejorar el aprendizaje de la geometría. Se habló de nuevas estrategias de resolución ofrecidas por los softwares de geometría dinámica ¿Qué tipos de nuevas estrategias se pueden definir? ¿Cómo enseñar estas estrategias a los alumnos? La última parte fue una presentación del trabajo en colaboración, cuyos objetivos son: promover la utilización de TeP, ofrecer una ayuda técnica para los usuarios y proponer actividades para los alumnos.

El autor del artículo [ART 95] señala que «para poder utilizar un EIAO (Entorno Interactivo para el Aprendizaje con Computadora), es importante que los profesores, en el transcurso de su formación se acostumbren a manejarlo personalmente».

La formación de los profesores es una condición necesaria para permitir un buen uso de TeP.

¿Qué tipo de formación ofrecer a los profesores?

En el artículo [LER 06] se destaca que lo difícil con los EIAH no es solamente realizar actividades pero que el alumno pueda aprender. El aprendizaje no depende solamente del uso de un software pero de un conjunto de elementos (situación de aprendizaje humano, cultural, psicológico, ...).

Para poder construir actividades es importante pensarlas de tal manera que puedan favorecer el aprendizaje. La experimentación realizada por los alumnos es una buena manera de favorecer el aprendizaje.

En [LER 06] se plantea la problemática de saber quién es dominante entre la informática y la didáctica. Puede parecer más fácil preparar una actividad pensando solamente en los aspectos informáticos pero puede ser que el alumno no logre mejorar su conocimiento de la geometría.

Sería interesante hacer un estudio sobre la utilización de TeP en colegios peruanos. ¿Qué actividades fueron realizadas? ¿Qué actividades fuera de TeP permitieron acompañar el uso de TeP con el objetivo de favorecer el aprendizaje? ¿Qué tipos de adelantos permitió TeP? ¿Cuáles fueron las dificultades encontradas por los profesores y los alumnos?

## Referencias

[ABR 98] ABROUGUI-HATTAB H., “La démonstration en géométrie dans l’enseignement mathématique secondaire tunisien”, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia, 1998.

[ART 95] ARTIGUE M., “Une approche didactique de l’intégration des EIAO à l’enseignement”, *In Environnements informatiques d’apprentissage avec ordinateur*, Guin D., Nicaud J.F. & Py D. (eds), pp17-28, Eyrolles, Paris, Francia, 1995.

[BUR 99] BURTON R. y DETHEUX-JEHIN M., “Les élèves du premier degré secondaire, sont-ils prêts à démontrer en géométrie?”, Synthèse de la recherche en pédagogie n°02/97, Service de Pédagogie expérimentale, Université de Liège, Liège, Belgica, 1999.

[CAB 08] <http://www-cabri.imag.fr/>, última visita realizada el 10 de febrero 2008

[CAP 95] CAPPONI B., LABORDE C., “Cabri-classe, apprendre la géométrie avec un logiciel”, Editions Archimède, Grenoble, 1995.

[LAB 03] LABORDE C., “The design of curriculum with technology: lessons from projects based on dynamic geometry environments”, *CAME Symposium*, Reims, France, 2003.

[LER 06] LEROUX P., “Micromondes et robotique pédagogique”, In *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, Grandbastien M., Labat J.M., Hermès, p.311-332, Francia, 2006.

[PAQ 91] PAQUETTE G., “Métaconnaissances dans les environnements d'apprentissage”, Thèse de doctorat en Informatique, Université du Maine, Le Mans, Francia, 1991.

[PUR 00] DA PURIFICAÇÃO I., “Cabri-géomètre et théorie van Hiele: possibilités et progrès dans la construction du concept de quadrilatère”, *Actes du Colloque EM 2000*, Grenoble, Francia, 2000.

[TAP 06] TAPAN M., “Différents types de savoirs mis en œuvre dans la formation initiale d'enseignants de mathématiques à l'intégration de technologies de géométrie dynamique”, Thèse de doctorat en Mathématiques, Sciences et Technologie de l'Information, Informatique,

Université Joseph Fourier, Grenoble, Francia, 2006.

[VAN 86] VAN HIELE P., “Structure and Insight”, Academic Press, Orlando, Florida, EE UU, 1986.

[VAN 05] VANLEHN K. et al., “The Andes Physics Tutoring System : Lesson Learned”, *International Journal of Artificial in Education*, vol 15 n°3, p.147-204, 2005.

[VER 01] VERGNAUD G., “Constructivisme et apprentissage des mathématiques”, In *Constructivisme: usages et perspectives en éducation*, Service de la Recherche en éducation, Genève, Suiza, 2001.