# توظيف المسعى التجريبي والوسائط السيميائية لمعالجة وضعيات رياضياتية في بيئة رقمية ( تركيب تناظرين مركزيين كمثال)

# The use of experimental approach and the semiotic mediation, To process mathematical Situations in a digital environment. (The composite of two central symmetries as an example)

**د. محمد شطيطح*[1] د. محمد الطاهر طالبي [2] د. محمد حازي[3] د.محمد بوضياف[4]**

**1- مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة. الجزائر**

**mohamed. chetitah@g. ens-kouba. dz**

**2- مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة،القبة.(الجزائر)tahar.talbi@hotmail.fr**

**3- مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة. (الجزائر)، hazi@hotmail.fr**

**4- مخبر تعليمية العلوم، المدرسة العليا للأساتذة، القبة. (الجزائر)،**boudiafm7@gmail.com

**تاريخ الاستلام: 2020/02/13 تاريخ القبول: 2020/10/27**

**الملخص:**

نهدف من خلال هذا المقال إلى تسليط الضوء على مقاربة إدماج (استعمال)برمجيات الهندسة الديناميكية، في معالجة وضعيات رياضياتية في بيئة رقمية، ترتكز على تفكيك علبة سوداء باستخدام الوسائط السيميائية (التحريك، الأثر، الأيقونة) التي توفرها برمجية جيوجيبرا. تساءلنا حول ما إذا كانت هذه المقاربة تضمن تعلما نشطا وفعالا يقوم على ممارسة مسعى تجريبي كإجراء لحل مشكل من طرف المتعلم تكون نتيجته بناء تعلمات رياضياتية جديدة. اعتمدنا المنهج الوصفي التحليلي في دراستنا حيث عرضنا في الجزء النظري أهم المصطلحات المتعلقة بالموضوع وكذا أهم الأعمال المنجزة حوله. في الجزء العملي، وبالاعتماد على التصميم التعليمي، وصفنا وحلّلنا تجربة ميدانية أنجزت مع طلبة الرياضيات بالمدرسة العليا للأساتذة بالقبة. ساعدنا ذلك في اختبار فرضيات الدراسة وشرح أهم ما جاءت به الدراسة النظرية بأمثلة توضيحية. خلصت الدراسة إلى أن اعتمادهذه المقاربة مهمّ وفعّال لإدماج الوسائط الرقمية لكونها

*د. محمد شطيطح ، المؤلف المرسل

توفّر ببيئة خصبة لممارسة الفعل التعليمي التعلمي، وتخلق وسطا جديدا لحياة الكائنات الرياضياتية يختلف عن الورقة والقلم.

**الكلمات المفتاحية:** حل المشكلات، تكنولوجيات الاعلام والاتصال، المسعى التجريبي، الوسائط السيميائية، التحويلات النقطية.

## Abstract:

In this article, we highlight the integration of dynamic geometry software into the treatment of mathematical Situations in a digital environment. By disassembling a black box using the semiotic mediation (panning, effect, icon) provided by the Geogebra software. Does this integration ensure active and effective learning based on an experimental approach, as a problem-solving procedure. Its result is to build new mathematical learning.

We used the analytical descriptive approach to our study. In the theoretical section, we presented the most important terminology and the most important work done on the topic. In the practical part, we described and analyzed a field experience that was performed with mathematics students at the Higher Teacher Training School of Kouba.

The study concluded that adopting this approach is important and effective for integrating digital media. It provides an excellent environment for the practice of learning and creates a new environment for the life of mathematical objects that is different from paper and pencil.

**Keywords:** problem-solving; information and communication technologies;experimental approach; semiotic mediation; geometric transformations.

**مقدمة**

يعرف حضور تكنولوجيات الاعلام والاتصال (تإإ) تزايدا في حياتنا اليومية. لكن الحال ليس كذلك عند ما يتعلق الأمر بالإدماج البيداغوجي لتكنولوجيات الإعلام و الاتصال في التعليم في البلدان الافريقية(Karsenti et al. , 2012)، إن أهم الأسباب الكامنة وراء هذا التناقض يرجع إلى غياب سياسة إدماج واضحة، عدم وجود خطط تمويل مستدامة و الافتقار للموارد البشرية المؤهلة. بالرجوع إلى الواقع التربوي في الجزائر، فإننا نلمس وجود نِيّة وإرادة قويتين لدى وزارة التربية الوطنية

لتعزيز إدماج (تإإ) في تعليم مختلف المواد الدراسية، خاصة في تعليم وتعلم الرياضيات. تُظهرالوثائق التربوية الرسمية المتعلقة بمادة الرياضيات رغبة صريحة في إدماج التكنولوجيات الرقمية في مختلف المستويات التعليمية و توجد شواهد كثيرة على ذلك. نقرأ في منهاج الرياضيات لمرحلة التعليم المتوسط "[. . . ]خاصة مع تطور الوسائل التكنولوجية للحساب السريع مثل الآلة الحاسبة والحاسوب، فمن الطبيعي إذن إدخال هذا البعد في المنهاج حتى يتحكم التلميذ تدريجيا في هذه الوسائل". (وزارة التربية الوطنية، 2016 أ. ص 3). خصصت الوثيقة المرافقة للمنهاج فقرة خاصة تشير إلى أهمية وضرورة استخدام التلاميذ للتكنولوجيات الرقمية (الحاسبة، المجدولات، برمجيات الهندسة الديناميكية): "باعتبار أن التكنولوجيات الجديدة تمنح للتلميذ فرصا عديدة للتجريب منجهة، وكون الاعلام الآلي حاضر أكثر فأكثر في محيط التلميذ وأن كل التلاميذ مطالبون باستعمال هذه الوسائل في حياتهم المهنية مستقبلا منجهة أخرى، فإن تعلم الرياضيات يمكن أن يَستغلو يَستفيد من مختلف التجارب المرتبطة بإدراجهذه التكنولوجيات في مختلف ميادين المادة. وبهذا تساهم هذه الأدوات في التكوين العلمي للتلميذ و تعطيه إضافات لتعلماته" (وزارة التربية الوطنية، 2016 ب. ص 91). كما أُدرج، في الكتب المدرسية لمادة الرياضيات لمرحلة التعليم المتوسط (2016)، نهاية كل بابجزء مخصص لإدماج هذه التكنولوجيات والموسوم بـ "أوظف (تإإ) ". لكن، وبالنزول إلى الميدان نجد أن إدماج هذه الوسائط الرقمية في تعلم الرياضيات لا يزال هامشيا و غير مرضٍ ولم يَرْقَ إلى مستوى تطلعات الإرادة المؤسساتية. حسب آرتيغ( Artigue, 1998)، يوجد عائقا أساسيا ن يعترض ان إدماج (تإإ) في تعليم الرياضيات:

- **الشرعية التعليمية لـ (تإإ):** تكمن العقبة الأولى في إقناع الأساتذة بالإسهامات والإضافات التي تقدمها (تإإ) لتعليم وتعلم الرياضيات. إن عدم امتلاك الأساتذة

للخبرة والقناعة الشخصية بفعالية أنشطة التعلم المنجزة في بيئة رقمية، تجعلهم يترددون في تخصيص وقت كافٍ لتعلم هذه التكنولوجيات و العمل عليها، فهم يعتبرون إدماجها في تعلم الرياضيات هامشيا. إن تجاوز هذه العقبة لايكون إلا من خلال إعطاء الأدوات اللازمة للأساتذة ليدركوا بأنفسهم أهمية استخدام هذه التكنولوجيات في تحقيق أهداف تعليم الرياضيات(Chaachoua, 2000).

- **تأثير (تإإ)على المعرفة الرياضياتية:** ترتبط العقبة الثانية بآثار التحويل الذي تتركه (تإإ)على المعرفة. تخضع الكائنات المعرفية الرياضياتية إلى التحويل التعليمي(Chevallard, 1991) وكذلك إلى تحويل تَفْرضه الوسائط التكنولوجية. إن إدماج هذه الأخيرة في النظام التعليمي يؤدي إلى تغيير العلاقة بين التلميذ والمعلم والكائنات الرياضياتية التي ستحيا في بيئة مختلفة عن بيئتها التقليدية ورقة-قلم.

تحث مناهج الرياضيات على توفير بيئة مناسبة تجعل التلميذ يمارس نشاطا رياضياتيا حقيقيا يقوم على حل المشكلات الرياضياتية في مختلف السياقات، من خلال ممارسة مسعى تجريبي يؤدي الى بناء تعلمات جديدة. نحاول في هذا المقال الإجابة على السؤال التالي الذي يؤطر إشكالية دراستنا:

- هل تساعد الوسائط السيميائية لبرمجية جيوجيبرا من ممارسة مسعى تجريبي لمعالجه وضعيات رياضياتية وبالتالي بناء تعلّمات جديدة؟

للإجابة على هذا السؤال سنحاول اختبار الفرضيتين اللّتين وضعناهما استنادا لما جاءت به دراستنا النظرية:

- توفّر برمجيه جيوجيبرا، بفضل الوسائط السيميائية التي تتوفر عليها، بيئة مثالية للتّعلّم تمكّن من توظيف المسعى التجريبي في معالجه وضعيات رياضياتية مختلفة تمتلك هذه الميزة.

- يجد المتعلّم صعوبة في الانتقال من التجريبيإلى النظري، بمعنى أنه يجد صعوبة في ترجمة ملاحظاته المستخلصة من التجربة إلى تخمينات.

نهدف من خلال هذا العمل إلى:

- التعريف بمقاربة جديدة(استعمال برمجيات الهندسة الديناميكية في **معالجة وضعيات رياضياتية في بيئة رقمية)**التي من شأنها أن تخدم أهداف وغايات مناهج الرياضيات لمختلف المستويات التعليمية. الأمر الذي يساعد على إعطاء شرعية لإدماج برمجيات الهندسة الديناميكية في تعلم الرياضيات.
- تحديد أهم التغييرات والآثار التي تتركها مقاربة إدماج برمجية الجيوجيبرا بهذه الكيفية، على العلاقة بين أقطاب المثلث التعليمي (معرفة، معلم، متعلم).

للإجابة على إشكالية هذه الدراسة وتجسيد أهدافها، اعتمدنا على المنهج الوصفي التحليلي الذي نراه مناسبا لذلك. عرضنا في الجزء النظري أهم المصطلحات المتعلقة بالموضوع وكذا أهم الأعمال المنجزة حوله. في الجزء العملي، وبالاعتماد على التصميم التعليمي، وصفنا وحلّلنا تجربة ميدانية أنجزت مع طلبة الرياضيات بالمدرسة العليا للأساتذة بالقبة. ساعدنا ذلك في اختبار فرضيتي الدراسة، وشرح أهم ما جاءت به الدراسة النظرية بأمثلة توضيحية.

**مصطلحات الدراسة:**

**التصميم التعليمي:** يقصد به مجموعة الأعمال الموصلة إلى إعداد وتنفيذ حصص تعليمية/ تعلّمية. يعالج هذا المفهوم جانبين: أولهما يتعلق بالعلاقات بين البحث والنشاط التعليمي. ثانيهما يتعلق بالدور الذي تقوم به التحقيقات التعليمية في القسم في كنف منهجية البحث العلمي(Brousseau, 1987; Artigue, 1989).

**المتغيرات التعليمية:** يمكن توليد حقل من المشكلات انطلاقا من وضعية، من خلال التعديل أو التبديل في قيم بعض المتغيرات والتي بدورها تغير من خصائص

استراتيجيات الحل (التكيف، التصديق، التعقيد . . . ). نأخذ في الاعتبار المتغيرات التي تؤثر في استراتيجية الحل فقط، من بين هذه المتغيرات نسمي تلك التي يمكن للمعلم التّحكم فيها بالمتغيرات التعليمية(Brousseau, 1998).

**التجربة:** هي اختبار مُنظّم لظاهرة أو ظواهر يراد ملاحظتها بشكل دقيق. يعتبر التجريب ردة فعل طبيعية، وإجراء تلقائي يقوم به الحال عند مواجهته لوضعيات بحث حقيقي، فالتجريب يساعد على فهم أعمق وتمثّل أوضح للمشكل، كما يساعد على كشف مؤشرات لجوانب نظرية تفيد في حل المشكل. يوجد نوعان من التجارب، تجربة مولّدة وتجربة تصديقية(Giroud, 2011).

**التخمين:** هو عبارة تبدو معقولة لكن صحتها لم تثبت بعد، ولا نعلم أنها تتناقض مع أي مثال ولا يكون لها نتائج خاطئة (Mason et al. , 2010). بمعنى آخر يمكن أن يكون التخمين صحيحا في الحالات المجربة، لكن لا يمكننا الجزم بصحته فيما تبقى من الحالات الأخرى. عند صياغة تخمين يجب وصف ما نلاحظه من خلال التجربة ولا شيء غير الذي نلاحظه(Perrin, 2007).

## 1. الإطار النظري والدراسات السابقة

### 1.1. البعد التجريبي للرياضيات

نقصد بالبعد التجريبي للرياضيات ممارسة مسعى تجريبي لحل مشكل رياضياتي وهو مسعى قائم على: القيام بتجربة ومراقبتها، صياغة تخمين ومحاولة إثباته، إيجاد مثال مضاد إذا أمكن، صياغة تخمين جديد ومحاولة إثباته(Perrin, 2007). حظي مفهوم المسعى التجريبي في الرياضيات باهتمام كبير من طرف الباحثين والهيئات العلمية المختصة خاصة في العقدين الأخيرين( Chevallard, 1992, 2004; Dahan, 2005; Perrin, 2007; Dias, 2008; Giroud, 2011)، خلصت جميع هذه الدراسات إلى أن المسعى التجريبي إجراء نشط وفعال في معالجة مختلف الوضعيات

الرياضياتية، كما بيّنت مدى أهميته و مركزيته في إدماج تكنولوجيات الاعلام والاتصال و في تكوين الأساتذة.

لا يكون للتجريب في الرياضيات (أو المسعى التجريبي) معنى، إلا بمراعاة تم فصلاته مع الصياغة (الجانب الشكلي) والتصديق (جانب الإثبات أو البرهان). إن ما يميز المسعى التجريبي في الرياضيات هو بالضبط الانتقال ذهابا وإيابا بين العمل على كائنات نحاول تعريفها وتحديدها من جهة، وتطوير (و/أو) اختبار نظرية مناسبة من جهة أخرى، مع مراعاة خصائص هذه الكائنات التي نعمل عليها. (Durand-Guerrier, 2010).

شغلت عناصر المسعى التجريبي حيزا هاما في الوثائق التربوية الرسمية المتعلقة بمادة الرياضيات وفي مختلف المستويات التعليمية. تؤكّد مناهج الرياضيات على ضرورة جعل المتعلّم في وضعيات ممارس فعلي للنشاط الرياضياتي والذي يتمثل في: فهم مشكل، تخمين نتيجة، التجريب على أمثلة، بناء تبرير، تحرير حل، تصديق نتائج، التبليغ والتبادل حول الحل. إن نشاط حل المشكلات لا يُختصر في الاجابة عن سؤال مغلق يؤدي حتما إلى الجواب المنتظر، بل ينبغي أن يتمثّل في صياغة أسئلة وجيهة أمام وضعية إشكالية حتى تكون نتيجة هذا النشاط وضع تخمينات تواجه تخمينات الآخرين والتي يجب تجريبها كأجوبة للمشكل المطروح. يحصر منهاج الرياضيات للتعليم المتوسط غايات تدريس الرياضيات، في مرحلة التعليم المتوسط، في "*تمكين التلميذ من امتلاك عناصر المسعى العلمي وتوظيفه في معالجة الوضعيات وهو مسعى مبني أساسا على التجريب ووضع الافتراضات الممكنة والاستدلال [. . .]*"

باعتبار أن استخدام الحاسوب في مختلف مستويات النشاط الرياضياتي هو أحد أنماط التجريب بالنظر لما يوفره من مساعدة في استكشاف بعض الظواهر الرياضياتية بغرض وضع تخمينات(Chevallard, 1992).

**1.2. الوسائط السيميائية لبرمجية جيوجيبرا ودورها التعليمي/ التعلّمي**

سجلت برمجيات الهندسة الديناميكية أول ظهور لها في مناهج الرياضيات التي تمخضت عن إصلاحات 2003 دون الاشارة إلى برمجية بعينها. أُعيد تحيين وكتابة الوثائق التربوية الرسمية لمستويات مرحلتي التعليم الابتدائي والتعليم المتوسط (في التداول اعتبارا من سبتمبر 2016). أُعتمدت برمجية الجيوجيبرا في تعليم الهندسة، من طرف وزارة التربية الوطنية، وسجلت أول ظهور لها في كتب الرياضيات للتعليم المتوسط (2016) أين خُصص الجزء الأخير من كل باب في الكتاب المدرسي، والموسوم بـ "*أوظف تكنولوجيات الإعلام والاتصال*"، للتّدرب على استعمال هذه البرمجية وإدماجها في تعلمات الرياضيات.

إنّ اختيارنا لبرمجية جيوجيبرا كنموذج للحديث عن إدماج تكنولوجيات الإعلام والاتصال التعليمية في تعلّم نشط وفعّال للرياضيات يعود بالأساس إلى:

تَتوَفُر هذه البرمجية على تطبيقات جاهزة للاستخدام المباشر والملاحظة الفورية للنتائج (بفضل ما تنطوي عليه من وسائط سيميائية).

تُوفر بيئة خصبة لممارسة المسعى التجريبي، وتساعد على دمج مشكلات رياضياتية جديدة مثيرة للاهتمام وأكثر ثراء من المشكلات المدرسية.

تساعد برمجيات الهندسة الديناميكية على تجاوز الصعوبات الرياضياتية التي يواجهها التلميذ خاصة تلك المتعلقة بالإنشاءات والتي غالبا ما تحتاج لوقت كبير، ما يعزّز عمليات التفكير وبناء الاستراتيجيات والفهم من خلال تحرر التلميذ من العمل التقني (الحسابات، الإنشاءات، التجارب المكلفة. . .)

يساعد على التّخيّل وتطوير الصور الذهنية من خلال الامكانيات المتوفرة للتمثيل المرئي، كما يساعد على فهم أفضل للروابط الموجودة بين الاطارات الرقمية البيانية والجبرية بالاستعمال المشترك لهذه الاطارات. تقدم كل هذه الميزات للتلميذ دافعية للانخراط في المهام الرياضياتية.

نحاول فيما يلي توضيح المزايا التعليمية لهذه الوسائط خاصة ما تعلق بممارسة المسعى التجريبي في حل المشكلات الرياضياتية. نعتمد في هذا الجزء من العمل على الأبحاث التي قامت بها فالكاد (Falcade, 2002, 2003, 2006) حول دور الوسائط السيميائية لبرمجيات الهندسة الديناميكية (كابري Cabri-Géomètre) في بناء تصور ديناميكي لبيان تابع لدى تلاميذ المستوى الثانوي. تتمثّل الوسائط السيميائية لبرمجية جيوجيبرا في ثلاث وسائل رئيسية: التحريك، الأثر، الأيقونة(Falcade, 2002). تتميز كل وسيلة بمخطط استعمال مناسب يسمح باستغلال إمكانياتها السيميائية في تحقيق الهدف التعليمي لكل منها.

**1.2.1.التحريك:**

تترك وسيلة التحريك أثرا إيجابيا بارزا في نفس المتعلّم حيث يدفعه الفضول لتحريك شكل أو بعض عناصره والنظر فيما يحدث ممّا يحفّزه على الانخراط في نشاط تعلّمي بحثي يستشعر فيه وجود وسيط من شأنه مساعدته في أداء المهمّة المطلوبة منه. لكن حتى لا يبقى المتعلّم أسير واقع ظاهري خارجي، ينبغي أن ينصبّ تسيير المعلّم للنشاط التعليمي/ التعلّمي على توجيه شعور المتعلّم نحو الداخل، بمعنى مساعدته على ربط ما يراه بما يفكّر فيه قصد دفعه لتحريض تخمينات حول العوامل التي تتحكم في ظاهرة حركة الشكل الذي يمثّل الكائن الرياضياتيبالاستناد على مكتسباته السابقة. تضفي وسيلة التحريك على النشاط التعليمي/ التعلّمي

خصوبة كبيرة من حيث ممارسة المسعى التجريبي بما توفّره للمتعلّم من فرص للتجريب والملاحظة والتفاعل مع الكائن الرياضياتي.

**1.2.2.1.الأثر:**

تتمثّل الوسيلة أثر في عملية إظهار مسار نقطة ما على الشاشة أثناء عملية التحريك، ويمكن أن ترفق هذه الوسيلة بثلاث مخططات استعمال: مخطط 1: تحريك نقطة تترك أثرا. مخطط 2: تحريك نقطة والحصول على أثر نقطة أخرى تتعلق بها. مخطط 3: تحريك نقطة تترك أثرا وكذلك الحصول على أثر نقطة أخرى تابعة لها بلون مختلف(Falcade, 2002, 2006).

**3.2.1. الأيقونة:**

يطلق مصطلح أيقونة على أداة تنطوي على برنامج إنشاء هندسي تمّ بناؤه وتخزينه في ذاكرة الحاسوب. تتوفّر برمجية جيوجيبرا على علبة أدوات تضم مجموعة من الأيقونات التي يمكن استخدامها في إنشاء أو بناء كائنات هندسية، كما تسمح هذه العلبة بإنشاء أو تصميم أيقونات جديدة. يمكن للمستخدم التعامل مع الأيقونات بثلاث كيفيات مختلفة: 1) العمل على أيقونة معروفة، 2) العمل على أيقونة غير معروفة، 3) إنشاء أيقونة جديدة(Falcade, 2002, 2006). وبطبيعة الحال لكل أيقونة مخطط استعمال خاص بها.

**1.3. مفهوم العلبة السوداء كوسيط سيميائي**

حسب بوري (Boury) " في مشكل من نوع علبة سوداء، نقدّم للتّلميذ شكلا منش أعلى واجهة البرنامج. و باستخدام الأدوات التي يوفّرها هذا الأخير، نطلب منه إعادة بناء نفس الشّكل بحيث يحافظ على نفس السلوك مع الشكل المنشأ مسبقا مهما حرّكنا أي عنصر فيه، هذه المهمة توجب على التلاميذ استقراء الخصائص الهندسيّة للشّكل"(Dahan, 2005).

نقصد بتفكيك علبة سوداء، إنشاء الأستاذ لأيقونة مشفّرة وإسناد مهمّة فكّ تلك الشفرة للمتعلّم. ترجع تسمية العلبة السوداء إلى كون عملية بناء العناصر الابتدائية والعناصر النهائية للأيقونة مخبأة (غير ظاهرة للمستخدم). يتمثّل العمل المرفق بهذه العلب السوداء في قيام التلاميذ بحلّها (فك شفراتها)، أي كشف مخطط بناء العناصر النهائية انطلاقا من العناصر الابتدائية. إنّ وضع المتعلّم أمام مشكل تفكيك علبة سوداء، يشبه تماما تواجد العالم (رياضياتي، فيزيائي) في وضعية بحث عن قانون متحكّم في ظاهرة تحيّره. يعتمد اكتشاف المخطط المذكور على كل من الوسيلتين التحريك والأثر إلى جانب الوساطة التي يقترحها المعلّم بصفته مرافق للمتعلّم في عملية بحثه. إذا وُفِّق التلميذ في إيجاد علاقة تربط بين العناصر الابتدائية والعناصر النهائية للعلبة السوداء فإن استكمال فك شفرة هذه العلبة يستوجب عملية تصديق ممّا يتطلّب من المتعلّم إنشاء أيقونة جديدة بواسطة العلاقة المتوصل إليها سابقا ثم مقارنة عملي كل من العلبة السوداء والأيقونة المنشأة.

الاطار العملي

يتمثل العمل الميداني المنجز في وصف وتحليل حصة تعليمية انجزت مع طلبة السنة خامسة رياضيات بالمدرسة العليا للأساتذة خلال السنة الدراسية (2018-2019). نهدف من خلال هذا العمل إلى:

- تسليط الضوء على مختلف الجوانب النظرية الواردة في المقال وشرحها بأمثلة.
- اختبار فرضيتي الدراسة وتحديد العوامل والمتغيرات المؤثرة فيهما وبالتالي الوقوف على مدى صحتها.

نعتمد في إعداد وتحليل التجربة على التصميم التعليمي الذي يعتبر أداة تحليل ناجعة وشائعة الاستعمال في ميدان الدراسات والأبحاث الخاصة بتعليم الرياضيات. يتضمن التصميم التعليمي جزأين أساسين:

- يتعلق الجزء الأول بالتحليل القبلي للحصة التعليمية حيث نعرض فيه السياق العام الذي أنجزت فيه الحصة وكذلك إعداد المشكل والأدوات المستخدمة في حله والأهداف المسطرة، كما نعدّد (نشخّص) أهم المتغيرات التعليمية المؤثرة في استراتيجيات وإجراءات الحل المتبعة من طرف الطلبة.
- يتعلق الجزء الثاني بالتحليل البعدي للحصة التعليمية حيث نتعرّض فيه بالوصف والتحليل لأهم الأعمال المنجزة من طرف الطلبة لمعالجة الوضعية، وكذا أهم الاجراءات التي قام بها الاستاذ لتسيير الحصة. يساعد تحليل أعمال الطلبة على تحديد مختلف الأخطاء الناتجة والصعوبات التي تواجههم بغرض وضع فرضيات لمسبباتها، وبالتالي ايجاد المعالجات المناسبة لتجاوزها.

**2.1 . التحليل القبلي**

**2.1.1. السياق:** أنجزت هذه التجربة في نهاية دورة تكوين موجهة لطلبة الرياضيات سنوات التخرج، الهدف منها حصول الطلبة على تكوين قاعدي في استخدام برمجية جيوجيبرا. أنجزت هذه الورشة في بداية السنة الدراسية (2018-2019) وشارك فيها 12 طالبا سنة خامسة رياضيات موزعين على6 أفواج (طالبان في كل فوج). دامت مدة التكوين 24 ساعة موزعة على 6 ورشات. تضمن التكوين الذي تلقاه الطلبة في الحصص الخمس الأولى على الجانبين التقني والتعليمي وخصصنا الورشة السادسة والأخيرة للتجريب الميداني، أين قمنا بإنجاز عملنا الميداني المتعلق بتفكيك علبة سوداء الهدف منها التعرف على خواص التحويل الناتج عن تركيب تناظرين مركزيين. استغرقت مدة التجربة ساعتين، يقدم الطلبة

في نهايتها التقارير المنجزة من طرفهم والتي يصفون بدقة كل الأعمال والنشاطات التي قاموا بها لمعالجة الوضعية. تتضمن هذه التقارير الاجراءات والتجارب التي قاموا بها وكذا الملاحظات والتخمينات التي توصلوا اليها.

**2.1.2. المشكل**

| |
|---|
| أنشئ أيقونة تركيب تناظرين مركزيين.<br>حدد الطبيعة والعناصر المميزة للتحويل الناتج مبرزا كيفية التصديق على ذلك تجريبيا. |

**3. 1. 2. الأهداف**

نهدف في هذا الجزء من العمل إلى تحقيق الهدفين السالفي الذكر، من خلال معالجة هذا المشكل باستخدام برمجية جيوجيبرا وجعل الطالب:

- يمارس مسعى تجريبي لحل المشكل ويدرك مدى نجاعته وفعاليته.
- يبني مفهوما رياضياتيا جديدا وإيجاد علاقات نوعية مع مفاهيم سابقة من خلال اكتشاف خواصهاوالتصديق عليها وتوظيفها كأدوات في حل المشكل.
- يتكيف مع الكائنات الرياضياتية في بيئة جديدة تختلف عن بيئة ورقة-قلم.

**2.1.4. المتغيرات التعليمية**

- **البيئة المستخدمة لمعالجة الوضعية:** العمل في بيئة تقليدية (ورقة-قلم) يختلف تماما عن العمل في بيئة رقمية (برمجية جيوجيبرا)، تؤثر البيئة على الاستراتيجيات المتبعة من طرف التلاميذ لمعالجة الوضعية. يساعد استخدام البرمجية على إنجاز مهمات مختلفة بسرعة ودقة كبيرتين ممّا يحفّز على تنويع وتطوير الاستراتيجيات.
- **تسيير الأستاذ للحصة:** تؤثر تدخلات الأستاذ بشكل حاسم في الاجراءات التي يقوم بها الطلبة لمعالجة الوضعية. قمنا بتقسيم الحصة الى ثلاث أجزاء:

البحث الفوجي (ساعة و15 دقيقة): يقوم كل فوج بالعمل. يتدخل الأستاذ لمعالجة المشكلات التقنية المتعلقة باستخدام البرمجية دون أن يقدم مساعدة أو ملاحظة أو يبدي رأيا يتعلق بمعالجة الوضعية.

البحث الجماعي (30 دقيقة): يتم من خلاله تدوين كل الملاحظات المتوصل إليها من طرف الأفواج وكذا الاجراءات المتبعة على السبورة. صياغة التخمينات الممكنة والتصديق عليها تجريبيا.

التأسيس (15 دقيقة): تصاغ النتيجة وتبرهن.

**2.1.5. أدوات حل المشكل:**

يستعين الطلبة لمعالجة هذه الوضعية بأدوات رياضياتية من إطارات مختلفة، وباعتبار أن هذه المعالجة تتم في بيئة رقمية (برمجية جيوجيبرا)، فإن الطالب يحتاج كذلك إلى أدوات تقنية متعلقة باستخدام البرمجية.

**2.1.5.1.الأدوات الرياضياتية:**

- أساسيات حول مفهوم التابع والعمليات على الأشعة.
- خواص مختلف العناصر والمفاهيم الهندسية القاعدية (المستقيم، الدائرة، التوازي. . . )
- التحويلات النقطية المألوفة وخواصها (التناظران المحوري والمركزي، الانسحاب، الدوران، التحاكي، التشابه).

**2.1.5.2. الأدوات التقنية (استخدام البرمجية):**

- المعرفة بالقواعد الأساسية لاستخدام برمجية الجيوجيبرا.
- التحكم التقني في استخدام الوسائط السيميائية للبرمجية.

**2.1.6. الأعمال المتوقعة من الطلبة**

نميز ثلاثة مستويات من التجريب. يتعلق كل مستوى بالهدف المنشود. يوظف الطلبة الوسائط السيميائية المناسبة.

**2.1.6.1.المستوى الأول:**

تحديد النقط المستقلة والنقط التابعة.

الوسيط السيميائي: التحريك

**تجربة:** يحاول الطلبة تحريك النقط $A$ , $B$, $O_1$, $O_2$

**ملاحظة:** تتحركالنقط $A$, $O_1$, $O_2$بحرية في كل الاتجاهات، وتتحرك النقطة $B$بتحرّكها. لا يمكن تحريك النقطة $B$.

**تخمين:** النقط $A$ , $O_1$, $O_2$حرة والنقطة $B$ تابعة لها.

**2.1.6.2. المستوى الثاني:**

تحديد طبيعة التحويل $S$ الذي يحول النقطة $A$ إلى النقطة $B$.

الوسيط السيميائي: التحريك + أثر

نتوقع ثلاث إجراءات ممكنة:

**الإجراء1:** ملاحظة مرئية

عند تحريك النقطة $A$تتحرك النقطة $B$في نفس الجهة. لا توجد ترجمة رياضياتية للظاهرة الملاحظة، بمعنى لا يوجد انتقال من التجربة إلى النظري.

**الإجراء 2:** البحث عن النقط الصامدة للتحويل.

**تجربة:** تُحرك النقطة $A$حتى تنطبق مع النقطة $B$.

**ملاحظة:** لا تنطبق النقطة $B$ على النقطة $A$.

**تخمين:** التحويل $S$ ليس له نقط صامدة.

**الإجراء 3:** اختبار صحة الشرط اللازم للتحويلات المألوفة (كل تحويل يدرس على حدى).

يعتمد هذا الاجراء على التحريك والاثر ، في كل مرة نحرك النقطة $A$ونلاحظ:

| التحويل النقطي | الشرط اللازم |
|---|---|
| **التناظر المركزي** | منتصف القطعة$[AB]$يبقى ثابتا |
| **التناظر المحوري** | محور القطعة $[AB]$يبقى ثابتا |
| **الانسحاب** | الشعاع $\overrightarrow{AB}$ يبقى ثابتا |
| **الدوران** | **ش1:** وجودنقطةثابتة Oتبعد بنفس المسافة عن النقطتين A وB مهما تحركت A في المستوي. تنتج هذه النقطة عن تقاطع كل محاور قطع المستقيمات[AB]، يكفي تشغيل أثر المحور وتحريك النقطة A.<br>**ش2:** في حالة تحقق الشرط الأول نتأكد من الشرط الثاني، زاوية الدوران$\widehat{AOB}$ تبقىثابتة مهما تحركت النقطة A. يكفي قياس الزاوية وملاحظة قيمتها في الخانة الجبرية أثناء تحريك A. |
| **التحاكي** | **ش1:** وجود نقطة ثابتة Oتنتمي للمستقيمات(AB)مهما تحركت A في المستوي. تنتج هذه النقطة عن تقاطع المستقيمات (AB). يكفي تشغيل أثر المستقيم (AB) وتحريك النقطة A.<br>**ش2:** في حالة تحقق الشرط الأول نتأكد من الشرط الثاني، نسبة التحاكي $\frac{OB}{OA}$ تبقى ثابتة مهما تحركت A في المستوي. يكفي حساب النسبة وملاحظة قيمتها في الخانة الجبرية أثناء تحريك A. |

## الإجراء4: دراسة الشرط اللازم المشترك بين التحويلات المألوفة

| **تخمين صورة مستقيم** | **تخمين صورة دائرة** |
|---|---|
| **تجربة:** إنشاء مستقيم وجعل النقطة A تتحرك عليه، | **تجربة:** إنشاءدائرة وجعل النقطة A تتحرك عليها، |
| تشغيل أثر النقطة B وملاحظة المسار الذي ترسمه. | |
| **تخمين:** صورة مستقيم بالتحويلSهي مستقيم | **تخمين:** صورة دائرة بالتحويل$S$هي دائرة |
| **ملاحظة:** التحويل$S$ يحافظ على طبيعة الأشكال<br>**تخمين:**$S$تحويل مألوف | |
| **ملاحظة:** النقطتان A وBتتحركان على مستقيمين متوازيين.<br>**تخمين:**$S$يحافظ على التوازي | **ملاحظة:** النقطتان A وBتتحركان على دائرتين لهما نفس نصف القطر.<br>**تخمين:**$S$ *تقايس* |
| **التقايسات** التي تحافظ على **التوازي** هي: التناظر المركزي والانسحاب.<br>يعود الطالب إلى **الإجراء 3** لاختبار الشرط اللازم للتحويلين الناتجين.<br>يُلاحظ أن الشعاع$\overrightarrow{AB}$يبقى ثابتا مهما تحركت النقطة A في المستوي.<br>**تخمين:** التحويل$S$ عبارة عن انسحاب. | |

### 2.1.6.3. المستوى الثالث:

تحديد خصائص التحويل S. في هذه الحالة يتعين تحديد شعاع الانسحاب انطلاقا من معطيات المشكل. من خلال التجريب (تحريك النقط الحرة) يلاحظ الطلبة أن شعاع الانسحاب متعلق بمركزي التناظرين المركزيين فقط.

**2.2. التحليل البعدي**

**2.2.1. فترة البحث الفردي**

اعتمادا على التقارير المنجزة من طرف الطلبة. نحاول الوقوف على أهم الاجراءات المتبعة من طرفهم لمعالجة الوضعية. سنركز اهتمامنا على اجراءين أساسيين هما:

- مدى استخدام الطلبة للوسائط السيميائية.
- توظيف الطلبة للمسعى التجريبي في معالجة هذه الوضعية ومدى مساهمة الوسائط السيميائية في سيرورة هذا الاجراء.

إنشاء أيقونة تركيب تناظرين مركزيين.

نجح خمسة أفواج 5/6 في انجاز المهمة الأولى من الوضعية والمتعلقة بإنشاء الأيقونة الجديدة المتعلقة بتركيب تناظرين مركزيين. يعتبر انشاء أيقونات جديدة على برمجية جيوجيبرا من أهم المؤشرات على التحكم التقني في هذه البرمجية، كونها تحتاج لمهارات تقنية مختلفة وتحكّم في عدة أيقونات توفرها البرمجية. واجه فوج واحد (رقم 5) مشكلات تقنية خلال كل أطوار معالجة الوضعية، لا تتعلق هذه الصعوبات بالتحكم في البرمجية المستخدمة فقط وانما تتعدى الى استخدام مهارات الحاسوب بشكل عام. وكان لهذا الأثر البالغ في خلق صعوبات حالت دون تفكيك العلبة السوداء. يعتبر التحكّم القاعدي في الاستخدام التقني للبرمجية مهما للطالب في معالجة مختلف الوضعيات وكذلك مساعدا للأستاذ في ضمان سير حسن للحصة.

**2.2.2.1.1.المستوى الأول:**

قام كل الأفواج بتجربة تحريك النقط باستخدام الوسيط السيميائي (التحريك)، لتحديد النقط المستقلة والنقط التابعة. لم يستعن أي فوج بخواص الايقونة المنشأة لتحديد ميزة هذه النقط. نقرأ في التقرير 1 مثلا: "*عند تحريك النقطة A تتحرك النقطة B*".

توصل الأفواج الستة 6/6 إلى صياغة التخمين 1: النقط $A, O_1, O_2$ حرة والنقطة B تابعة لها.

**2.2.2.1.2.المستوى الثاني:** تحديد طبيعة التحويل S

**الإجراء1:** ملاحظة مرئية

وردت في بداية تقارير الأفواج الستة6 /6 ملاحظات مرئية مرافقة للإجراء الأول.

نقرأ في التقرير 1: "*عند تحريك النقطة Aيتغير موضع النقطة B في **نفس الاتجاه** مثلا: إذا **رفعنا** Aإلى **الأعلى** تتحرك B إلى **الأعلى** كذلك*".

جاء في التقرير 2: "*كلما اقتربت* النقطة $O_1$*من* $O_2$ *تقترب* النقطة *B من A*"

وردت ملاحظة مشتركة في تقارير الأفواج 1، 2 و3 "*المسافة بين النقطتين A و B تبقى ثابتة*".

اكتفى جميع الأفواج بوصف الظاهرة دون ترجمتها الى قضايا رياضياتية في شكل تخمينات. كما أن هذه الملاحظات لم تستخدم في التصديق على النتائج المتوصل اليها في نهاية التقرير.

**الإجراء 2:** البحث عن النقط الصامدة للتحويلS. لم يقم أي فوج بهذا الاجراء واكتفى الافواج 2، 3 و4 بدراسة الحالة الخاصة التالية: "عندما ينطبق المركزان $O_1$و$O_2$ فإن *B*تنطبق على *A*

**الإجراء 3:** اختبار صحة الشرط اللازم للتحويلات المألوفة: لم يعتمد أي فوج هذا الاجراء، بالرغم أننا أشرنا إليها ووظفناه في معالجة وضعيات مشابهة في الحصص الأولى للورشة التكوينية.

**الإجراء4**: دراسة الشرط اللازم المشترك بين التحويلات المألوفة.

**تخمين صورة مستقيم:** قام فوجان (3و4)بإنجاز التجربة وصياغة هذا التخمين من خلال توظيف الوسيط السيميائي (تحريك +أثر) نقرأ في تقرير الفوج 4 مثلا: عندما تتحرك A على مستقيم فإن B تتحرك على مستقيم يوازيه. توصل الفوج 4 فقط إلى تخمين التحويلات التي تحافظ على التوازي.

اعتمد الفوج 6 على التحريك والملاحظة لصياغة التخمين التالي: " المستقيم($O_1O_2$) يوازي المسقيم(AB)، وصادق على التخمين باستخدام الأيقونة (. (Relation

**2.2.1.3.المستوى الثالث:** تحديد خصائص التحويل S

وُفق فوج واحد (الفوج 6) في تحديد طبيعة التحويل وخصائصه. صاغ هذا الفوج تخمينا جديدا هو "*الشعاعان* $\overrightarrow{O1\ O2}$ *و* $\overrightarrow{O1\ O2}$ *لهما نفس المنحى*".

بالاعتماد على اظهار الشبكة، لا حظ الفوج العلاقة بين الطولين $O_1\ O_2$ وAB وصاغ التخمين التالي: $AB=2\ O_1O_2$ وصادق على ذلك تجريبيا بملاحظة القيمة $AB-2\ O_1O_2=0$ مهما تحركت النقطة A.

اكتشف الفوج 6 طبيعة التحويل وخصائصة وأثبت ذلك نظريا (برهان استنتاجي) باستخدام مبرهنة طالس.

**تعليق:**

من خلال تحليل التقارير المنجزة من طرف الطلبة أثناء فتره البحث لاحظنا ما يلي:

- تحكم غالبية الأفواج5/6 في الجانب التقني لبرمجية جيوجيبرا.
- استخدام كل الافواج للوسيط السيميائي(التحريك ).
- المعارف القبلية للطلبة حول التحويلات النقطية، على قلتها، غير موظّفه في معالجة هذه الوضعية، وهذا ما نتج عنه صعوبة لدى الطلبة في ترجمه الظواهر التجريبية الملاحظة إلى نماذج رياضياتية تصاغ في شكل تخمينات.
- وظف كل الافواج المسعى التجريبي بشكل جزئي كإجراء لمعالجه الوضعية. سجلنا استخدام التجريب، الملاحظة وصياغه بعض التخمينات.
- كل التجارب المنجزة هي تجارب مولّدة الغرض منها ملاحظه ظواهر رياضياتية. بالنسبة للتجارب التصديقية، لم تظهر إلا مع الفوج 6 الذي صادق على كل التخمينات التي توصل إليها.
- التجارب التصديقية من الشكل: فرضية، تجربة، ملاحظة، تخمين. . . غير مستخدمه من طرف الطلبة والتي تظهر في الاجراءين (3 و4)

**2.2.2. فترة البحث الجماعي و التأسيس:** حاولنا بداية، أثناء هذه الفترة، تدوين كل الملاحظات التي وصل إليها الأفواج على السبورة، حسب تسلسل ظهورها في تقارير الطلبة. لهذا كان الأستاذ مطلعا على نتائج الطلبة لضمان التّسلسل من خلال التدخلات المنظمة للأفواج.

تعتبر ملاحظات الأفواج المختلفة مكمّلة لبعضها البعض ومساعدة لتجسيد ملامح الظاهرة المدروسة، وهذا ما يبرّره تنافس الطلبة في إصدار أحكام وصياغه تخمينات جديده على الملاحظات التي لم تكتشف من قبل.

أثناء المناقشة الجماعية وجد الطلبة صعوبة في ترجمه بعض الظواهر التجريبية إلى نماذج رياضياتية. قدّم الأستاذ مؤشرات تساعد الطلبة على صياغه

تخمينات بشكل متدرج يضمن توظيف عناصر المسعى التجريبي من خلال الاستعانة بالوسائط السيميائية للبرمجية مع توضيح الاستراتيجية المستخدمة في الحل حتى يمارسها الطلبة مستقبلا بوعي.

تمّ تسير فتره العمل الجماعي بحكمة من طرف الأستاذ وتمّ تخصيص الوقت المناسب لها حسب الوضعية المعالجة مع تحديد استراتيجية الحل اللاّزمة لذلك.

فترة التأسيس: تعتبر فتره مهمّة يثبت من خلالها التخمين الناتج وتصاغ المعرفة الجديدة.

**3. خاتمة**

يعتبر تفكيك علبة سوداء، باستخدام الوسائط السيميائية التي تتوفر عليها برمجيات الهندسة الديناميكية، مقاربة تعليمية-تعلمية مهمّة وفعّالة لإدماج هذه الأخيرة. توفّر هذه المقاربة للتّلميذ بيئة خصبة لتعلّمٍ نشطٍ وفعّالٍ قائمٍ على ممارسة نشاط رياضياتي حقيقي جوهره الأساسي هو العمل على حل مشكلات رياضياتية ممّا ساعده على ممارسة مسعى تجريبي وبناء معارف رياضياتية جديدة. تمنح مقاربة الادماج هذه للأستاذ فرصة بناء وضعيات رياضياتية مختلفة ومتنوعة وثرية وفي مختلف المستويات التعليمية. نشير بأن التحدي الأكبر الذي قد يواجه الأساتذة حسب (Durand-Guerrier, 2010)هو بناء وضعيات تساعد التلميذ على الدخول في مسعى تجريبي حقيقي.

يحتاج إدماج تكنولوجيات الاعلام والاتصال في بناء التّعلمات الرياضياتية داخل القسم إلى تظافر جهود مختلف الفاعلين والقائمين على الشأن التربوي. إضافة إلى ضرورة توفّر سياسة إدماج واضحة وخطط تمويل مستدامة، فإن تأهيل المورد البشري يبقى الحلقة المفصلية المفقودة لضمان الإدماج الناجح والفعال لهذه الوسائط الرقمية. يقتضي ذلك أمرين أساسيين:

ضمان تكوين كمي ونوعي قاعدي للطلبة الأساتذة(بالمدارس العليا للأساتذة) ومستمّر للأساتذة ( أثناء الخدمة).

التّحيين المستمّر للبرامج التعليمية بما يساير التطور الذي تشهده تكنولوجيات الاعلام والاتصال من جهة، وما يتوافق مع نتائج الأبحاث التعليمية ذات الصلة من جهة ثانية.

## المراجع


1. وزارة التربية الوطنية (2016). منهاج الرياضيات لمرحلة التعليم المتوسط، وثيقة صادرة عن اللجنة الوطنية للمناهج. الجزائر: الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية.
2. وزارة التربية الوطنية (2016). الوثيقة المرافقة لمنهاج الرياضيات لمرحلة التعليم المتوسط، وثيقة صادرة عن اللجنة الوطنية للمناهج، الجزائر. الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية.
3. Artigue, M. (1989). Ingénierie didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, *9*(3), 281‑308.
4. Artigue, M. (1998). Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies. In *Information and communications technologies in school mathematics* (p. 121–129). Springer.
5. Brousseau, G. (1987). *Fondements et méthodes de la didactique. Recherches en didactique des mathématiques. 7. 2*, 33‑115.
6. Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques*. La Pensée Sauvage.
7. Chaachoua, H. (2000, juin). *Usage des TICE dans l'enseignement : Quelles compétences pour un enseignant des mathématiques ?* https: //edutice. archives-ouvertes. fr/edutice-00000591
8. Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique : Du savoir savant au savoir enseigné* (2. éd). La Pensée Sauvage.
9. Chevallard, Y. (1992). Le caractère expérimental de l'activité mathématique. *Petit x*, *30*, 5‑15.
10. Chevallard, Y. (2004). Pour une nouvelle épistémologie scolaire. *Les cahiers Pédagogiques*, *427*, 34‑36.

11. Dahan, J. -J. (2005). *La démarche de découverte expérimentalement mé- diée par cabri-géomètre en mathématiques* [Theses, Université Joseph-Fourier - Grenoble I]. https: //tel. archives-ouvertes. fr/tel-00356107

12. Dias, T. (2008). *La dimension exp´erimentale des math´ematiques : Un levier pour l'enseignement et l'apprentissage* [These]. Universit´e Claude Bernard - Lyon I.

13. Durand-Guerrier, V. (2010). *Expérimenter des problèmes de recherche innovants en mathématiques à l'école*. Institut National de Recherche Pédagogique.

14. Falcade, R. (2002). L'environnement Cabri-Géomètre outil de médiation sémiotique pour la notion de graphe d'une fonction. *Petit x*, *58*, 47 - 81.

15. Falcade, R. (2006). *Théorie des Situations, médiation sémiotique et discussions collectives dans des séquences d'enseignement qui utilisent Cabri-géomètre et qui visent à l'apprentissage des notions de fonction et graphe de fonction* [Theses]. Université Joseph-Fourier - Grenoble I.

16. Falcade, R. (2003). *Instruments de médiation sémiotique dans Cabri pour la notion de fonction* (L. J. B. & al. (eds), Éd. ). https: //edutice. archives-ouvertes. fr/edutice-00001328

17. Giroud, N. (2011). *Etude de la démarche expérimentale dans les situations de recherche pour la classe* [Theses, Université Grenoble Alpes]. https: //tel. archives-ouvertes. fr/tel-00649159

18. Karsenti, T. , Collin, S. M. H. , Harper-Merrett, T. , & Barry, A. (2012). *Intégration pédagogique des TIC : Succès et défis de 100+ écoles africaines*. CRDI.

19. Mason, J. , Burton, L. , & Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically* (2nd ed). Pearson.

20. Perrin, D. (2007). L'expérimentation en mathématiques. *Petit x*, *73*, 6 - 34.