مجلة الساورة للدراسات الإنسانية والاجتماعية
ISSN: 2477-9881 EISSN: 2676-2153
المجلد 08 / العـدد: 02 (2022)، ص 296- 315

دور تكنولوجيا الإعلام والاتصال في ديداكتيكية الرياضيات ودمجها ضمن منهج سنغافورة: الطور الثانوي أنموذجا

The role of ICT in mathematics didactic and its integration in Singapore curriculum: secondary cycle

كمال هاملي[1*]، نادية بوجلال[2]

[1] جامعة مولود معمري -تيزي وزو (الجزائر)، مخبر التربية والإبيستمولوجيا بوزريعة المدرسة العليا للأساتذة، kamal.hamli@ummto.dz

[2] جامعة الجزائر2 أبو القاسم سعد الله (الجزائر)، boudjleln@gmail.com

تاريخ الاستلام: 2022/01/11 تاريخ النشر: 2022/12/25

ملخص: تهدف دراستنا الحالية إلى التعريف بمنهج سنغافورة في تعليمية الرياضيات في الطور الثانوي، وآليات تطبيقه من خلال دمجه مع تكنولوجيا التعليم خاصة برمجيات الهندسة التفاعلية التي توفر بيئة عمل عملية للمتعليمن حيث تتيح لهم عديد الإمكانيات للإشتغال على الموضوعات الرياضية، وقد إخترنا منهج دراسة الحالة من خلال دراستنا لدرس الإشتقاقية من كتاب الرياضيات للسنة الثانية الثانوي، وذلك بتطبيق مقاربة CPA.

أسفرت الدراسة عن نجاعة مقاربة CPA لاسيما وأن هذه البرمجيات تخفف بشكل كبير من تجريد الرياضيات كما أنها تساهم في استيعاب المفاهيم الرياضية بشكل فعال.

كلمات مفتاحية: تعليمية الرياضيات، منهج سنغافورة، جيوجبرا، تكنولوجيات التعليم

Abstract: Our current study aims at introducing Singapore's secondary mathematics education curriculum and mechanisms for its application through its integration with educational technology, in particular, interactive geometry software which provide a working environment for learners, it gives them a lot of opportunities to manipulate mathematical objects, and we chose the case study method through study of derivation lesson in second-year textbook of mathematics, and that's by applying the Singaporean CPA approach. The study resulted in the success of the CPA approach, especially since the software significantly reduces the abstraction of mathematics and contributes to the effective assimilation of mathematical concepts.

Keywords: mathematic didactic, Singapore curriculum, GeoGebra, educational technology

[*] المؤلف المرسل

مقدمة:

يتسم عصرنا بكونه عصر التكنولوجيا بامتياز، فقد تخللت التقانة جميع مناحي الحياة، من أبسط الأمور إلى أعقدها، فانعكست على أشكال عيشنا وقدراتنا الفكرية وحتى نمط سلوكنا، فمجتمع المعلومات سمته الرئيسة الإنتشار الواسع لتكنولوجيا الإعلام والإتصال (ICT)، ولعل الدور المنوط بنا اليوم هو تكيفنا وتكييف الأجيال القادمة مع الإستخدام الأمثل والعقلاني للتكنولوجيا. ويعد مجال التعليم أحد أهم المجالات التي نفذت إليها التكنولوجيات الحديثة فساهمت بشكل كبير في تطوير التعليم الفعال، الذي يبني الفرد المتعلم قيميا ومعرفيا ومنطقيا وإجتماعيا، أما في الجزائر فلقد اتخذ القائمون على شؤون التربية والتعليم خطوات هامة لاسيما مع إطلاق القمر الصناعي آلكومسات وتعميم السبورات التفاعلية، مما انعكس إيجابيا على تعليمية عديد المواد كالعلوم الطبيعية والفيزياء، غير أن مادة الرياضيات وهي موضوع دراستنا، لا تزال تبدو للمتعلمين مادة مجردة تخيلية مما أحدث توجسا في نفسية المتعلمين، إذ يرتبط قلق الرياضيات بالشعور بالتوتر والضغط عند التعامل مع الأرقام وحل المسائل الرياضية، (Kumar & Nimisha, 2021:2) فأصبحت مادة مسقطة للعديد منهم، خاصة وأن عديد المنظومات التعليمية الدولية ككندا والسعودية اتجهت نحو استغلال تكنولوجيا الإعلام والإتصال في تعليمية مادة الرياضيات، فالتكنولوجيا التعليمية تعتبر عملية منهجية وتفاعلية لتصميم التعليم أو تدريب المستخدمين لتحسين الأداء، (Reis & Sebnem, 2010: 571) لاسيما وأن هناك العديد من البرمجيات التي من شأنها تخفيف تجريد الرياضيات، بل وتجعل منها رياضيات تجريبية من خلال التطبيقات التفاعلية، كجيوجبرا وديريف، حيث تقدم لنا هذه البرمجيات واجهة تفاعلية في متناول التلميذ تبعد عنه شبح التجريد والحسابات المملة كما توفر له أدوات وآليات من خلالها يمكن له معاينة وتجسيد عديد المشكلات الرياضية عبر تمثيلها ونمذجتها بواسطة هذه البرمجيات، وقد ثمَن (Reis & Sebnem, 2010: 571) أثر استخدام برمجية جيوجبرا في دراسة القطوع المكافئة

(parabola)، لاسيما أنه اعتبر مادة الرياضيات مادة صفية صعبة وأن أحد أهم الأسباب هو مفاهيمها المجردة، وتُعد منهجية سنغافورة أحد أحسن وأنجع الطرائق لتعليم مادة الرياضيات،(أنظر التعليق رقم:1) والتي ترتكز على مقاربات علم النفس المعرفي كمقاربة بوليا Pólya وبياجي Piaget ومونتيسوري Montessori التي تعتمد على مقاربة CPA أي ملموس-تصويري-تجريدي التي تتماشى والوضعيات المشكلة لتي تُستقى من المحيط الإجتماعي والطبيعي للمتعلم.

إشكالية الدراسة: أي دور لتكنولوجيا الإعلام والإتصال يمكن أن تضطلع به ضمن تعليمية مادة الرياضيات؟

هل لبرمجيات تعلم الرياضيات دور في تسهيل تطبيق منهجية سنغافورة وزيادة فاعليتها؟

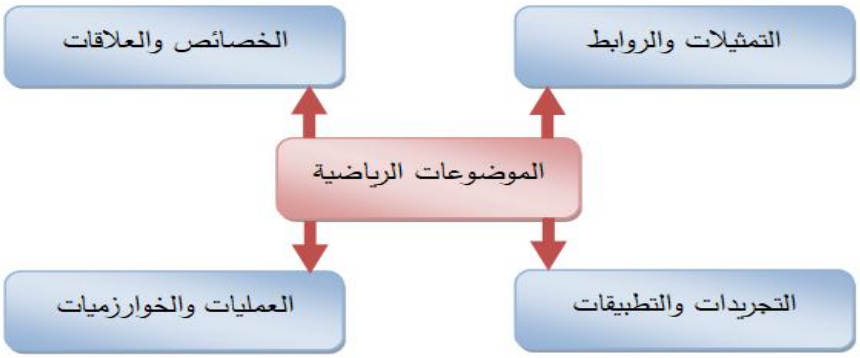
أهمية الدراسة: تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها ستسد فجوة معرفية لاسيما فيما تعلق بالتوأمة بين التكنولوجيات الحديثة والبرمجيات التعليمية ومنهجية سنغافورة في تعليم الرياضيات ونقص الدراسات المتخصصة في ذلك، لاسيما والتوجه العام الذي انتهجته الدولة خاصة بعد إنشاء ثانوية الرياضيات بالقبة، وكذا إنشاء المدرسة العليا للرياضيات وأيضا المدرسة العليا للإعلام الآلي والمدرسة العليا للذكاء الإصطناعي، وبالتالي نتوسم أن تكون هذه الدراسة إضافة في مجال تعليمية الرياضيات وبالأخص في الطور الثانوي الذي يعتبر بوابة التعليم الجامعي المتخصص.

منهج الدراسة: سننتهج نظريا المقاربة البنيوية وفق منهج تحليلي وصفي، في حين أننا سنستخدم منهج دراسة الحالة خلال الجزء التطبيقي، حيث سنتناول مثالا بعينه ضمن كتاب الرياضيات للتعليم الثانوي.

تُعتبر مادة الرياضيات مادة غاية في الأهمية في الطور الثانوي، لاسيما وكونها مادة متحاقلة ومتقاطعة المعارف مع عديد المواد على غرار الفيزياء والميكانيك والتكنولوجيا، ويمكن القول بأنها مادة محورية ليس على الصعيد المعرفي فحسب، بل على الصعيد النفسي والسلوكي للمتعلمين لما لها من تأثير وفاعلية على البناء النفسي والإجتماعي

والثقافي للمتعلمين، فقد جاء في وثيقة مناهج الرياضيات لسنغافورة في بند أهمية الرياضيات بأنها تساهم في تطوير وفهم العديد من الإختصاصات العلمية، كما أنها تعتبر أساس الكثير من الإبتكارات إضافة لكونها تُستخدم بشكل مكثف في نمذجة وفهم الظواهر الحقيقية (كالتطور الديمغرافي، إنتشار الأوبئة كجائحة كورونا، ...) كما تدخل أيضا في صناعة القرار والمنتجات الهندسية (الألعاب، تحليل البيانات، البحوث الأكاديمية)،(SMOE, 2019: 4) (أنظر التعليق رقم:2) وعليه تتضح جليا أهمية الرياضيات لكونها مجالا متقاطع المعارف ولا سبيل للتطور العلمي والتكنولوجي إلا بالتكوين الجيد وإتقان المهارات الرياضية، فقد أصبح كل موضوع علمي قابلا للنمذجة الرياضيات والمحاكاة الحاسوبية التي تتخذ من اللغة الرياضية والبرمجية والخوارزميات بنيتها الرئيسية، ولا تقتصر أهمية الرياضيات على المجال الأكاديمي والعلمي فحسب، بل يبدو أن إكتساب المعرفة الرياضية وإن كانت بسيطة تكسب صاحبها مهارات التفكير المنطقي والتعامل مع المواقف وإيجاد الحلول للمشكلات اليومية التي ربما يواجهها الأفراد، فقد سهرت سنغافورة أيضا على تزويد مواطنيها بالقدر الضروري من المعرفة والمهارات الرياضية وقدرات التفكير المنطقي والنقدي والتحليلي للمشاركة في الإقتصاد المستقبلي للمجتمع، لاسيما وأن إقتصاد المستقبل مرتبط بشكل مباشر بالتكنولوجيا (SMOE, 2019:14)، وبعبارة أخرى فإن الرياضيات قد خرجت من أسوار المدرسة والجامعة لتصبح نمط عيش وأسلوب حياة.

ويمكن تلخيص الموضوعات الرياضية ومختلف تمفصلاتها في الشكل الآتي:



وتتمحور هذه التمفصلات حول محاور رئيسية يمكن تلخيصها في أربع أسئلة جوهرية:

ما هي خصائص الموضوعات الرياضية وكيف هي مرتبطة ببعضها؟

كيف يمكن تمثيل واتصال الموضوعات والمفاهيم الرياضية؟

كيف تتم عملية تجريد الموضوعات الرياضية وتطبيقها؟

ما هي الإجراءات الهادفة التي يمكن تطبيقها على الموضوعات وكيف يمكن تنفيذها؟

وتعتبر المرحلة الثانوية ذات أهمية بالغة، فمن جهة هي المرحلة النهائية من التعليم الإلزامي، ومن جهة أخرى تُعتبر جسر عبور لنمطين من التكوين: الأول مهني للتلاميذ الذين وجدوا كفايتهم من دراسة الرياضيات الثانوية لتصبح الرياضيات ومنطقها أداة فعالة للزج بهم في سوق العمل وبالتالي تصبح الرياضيات براكسيسا يوميا يمكن الأفراد من التفاعل داخل المجتمع أو مكان العمل أو حتى البيت، أما التكوين الثاني فيختص به الذين لهم ميول لدراسة الرياضيات الأكاديمية التجريدية، ومن خلال ما سبق يمكن أن نلخص أهداف تدريس الرياضيات في المرحلة الثانوية في نقطتين رئيسيتين:(SMOE, 2019: 7)

- ضمان تحصيل التلاميذ لمستوى إتقان الرياضيات الذي يجعلهم قادرين على العمل والتفاعل اليومي
- تمكين من لديهم ميول للرياضيات من مواصلة دراستهم الصفية في المستويات العليا

1.المقاربة النظرية:

خلال هذه المقاربة النظرية، ننطلق من فكرة مؤداها أن تعليمية أي مجال معرفي تتطور بتطور المجال المعرفي ذاته، من حيث مناهجه وأدواته وتحاقله وتقاطعه مع المجالات المعرفية الأخرى، فلولا تطور التقنية لما أمكننا دراسة العالم التحت ذري ولما تطورت فيزياء الكم، ولولا تطور المجهر الإلكتروني لقعدنا نراوح مكاننا عند الوراثة الكلاسيكية المندلية ولما طور مورجان Morgan علم الوراثة ولما اكتشفنا الجينوم البشري، كما أن الذكاء له طبيعة ديناميكية إذ يختلف من جيل إلى جيل ووفقا لإمكانات

العصر المعرفية والتكنولوجية، وهذا ما تنطلق منه الإبيستمولوجيا التكوينية عند بياجي والتي سنتبناها كمقاربة نظرية لبحثنا.

إذا ما سلمنا بأن كل نظرية في التعلم تسعى لفهم الآليات والطرق التي يتلقى بها المتعلم المعارف والتجارب من المحيط الخارجي، ويتعلم بها الفرد، فإنه من الواضح أن كل نظرية في التعلم قد تتناسب ووضعية ديداكتيكية معينة، وعليه فإن كل دراسة لفهم هذه الآليات تحيلنا حتما على علم النفس المعرفي، الذي يعني بالدرجة الأولى دراسة مختلف العمليات العقلية التي تحدث داخل العقل أو الدماغ في محاولة لفهم السلوك الإنساني (الزغلول و الزغلول) لكونها تسعى لبناء نظريات تفسيرية لمختلف العمليات الذهنية وأهمها الذكاء والذاكرة، لاسيما والتطور المذهل الذي شهده علم الدماغ neuroscience، ووفقا للمدرسة البنيوية فإن الذكاء شكل من أشكال التكيف المتقدم، وهو يرتبط بواسطة عملتي الإستيعاب assimilation والتلاؤم accommodation أي أنه عملية توازن مستمرة وجهد مستمر لإدخال الجديد في إطار البنيات العقلية الموجودة سابقا وإيجاد بنيات جديدة أكثر تكاملا، (بياجيه، 2004: 28) ويعني هذا أن الذات في سعي دائم ودؤوب للتأقلم مع الوضعيات الجديدة التي يفرضها المحيط، فهي في **تكوين بنائي مستمر**، ويمكن القول بأن المعرفة ليست فحسب ما يتلقاه المتعلم من التعليم إذ تُجاوز ذلك لتطال كل ما يتلقاه المتعلم من خبرات يومية من المحيط الإجتماعي والطبيعي الذي يعيش فيه، فكل موقف أو اختبار يُعد في الحقيقة صعودا في درجة الوعي وهو ما عبر عنه بياجي بمصطلح **التكوين**، إذ يعتبر الإبيستمولوجيا التكوينية بأنها تتعامل مع كل من صورة formation ومعنى meaning المعرفة، كما يؤكد بأنه يمكن أن نصوغ المشكلة في السؤال: بأي معنى يمضي العقل الإنساني من حالة تكون فيها المعرفة أقل إلى حالة تكون فيها المعرفة أعلى؟ (بياجيه، 2004: 25)

وعليه فالإفتراض الأساسي الذي تأخذ به الإبيستمولوجيا التكوينية هو أن ثمة توازن بين التقدم الذي يتم في التنظيم المنطقي والعقلاني للمعرفة وبين العمليات

السيكولوجية المعيارية، (بياجيه، 2004) وبالتالي فالبنيوية هي نظرية في التعلم، أساسها فكرة أن المعرفة تجري أو تتأسس من طرف المتعلم/الذات، اعتمادا على عملية ذهنية، حيث تستند هذه الفرضية إلى اعتبار أننا ننبني ونبني رؤيتنا الخاصة للعالم. (أنظر التعليق رقم:3)

تطورت البنيوية على يد عالم النفس والفيلسوف السويسري جان بياجي Jean Piaget (1964) كرد فعل على السلوكية (Behaviorisme)، والنظرية البنيوية تسلط الضوء على كون القدرات المعرفية المتأصلة أو الملازمة لكل ذات، تسمح لهاته الذات بفهم وقبض الحقائق التي من حولها، وهكذا فإن تعرض شخص لوضعية أو مشكلة تسوقه أو تدفعه حتما إلى حشد عدد معين من البُنى المعرفية.

وبالجملة فيمكن القول بأن البنيوية تيار فكري ينبني على مقولة أن معرفة الحقيقة هي بناء ناتج عن التفاعل بين المراقب/الذات والحقيقة وليس انعكاسا لهذه الحقيقة (Kerzil, 2009)

2.1.تعريف البنيوية الرياضياتية

البنيوية هي فلسفة رياضيات تعتبر أنه من أجل البرهان على وجود موضوع أو كائن رياضي، فإنه من اللزوم أن يكون هذا الموضوع قابلا للبناء أو الإنشاء، وإذا ما وددنا أن نستغل هذا التعريف ديداكتيكيا، فإنه من الضروري أن ينشئ المتعلم موضوعاته الرياضية كمنحنى دالة، مماس منحنى، أو شعاع أو مستقيم، إضافة إلى التمثيلات البيانية لاسيما المتراجحات مثلا التي في الأغلب تكون حلولها على شكل مجالات للأعداد الحقيقة، وعليه فهكذا تمثيلات أو تجسيدات من شأنها أن تذلل الصعوبات وتنقص من تجريد مادة الرياضيات الذي في الأغلب يثقل كاهل التلميذ من حيث استيعاب المفهوم الرياضي.

3.1.منهجية سنغافورة: الطريقة الرياضية لسنغافورة هي مقاربة تعليمية جد فعالة، تم تطويرها من قبل وزارة التربية السنغافورية للمدارس السنغافورية العمومية (الحكومية)،

في حين تبنت بأشكال متعددة العديـــد من الدول هذه الطريقة، وترتكز هـــذه الطريقة على ما يصطـلح عليه بمقاربة CPA أي Concrete-Pictorial-Abstract وهي منهجـية التدرج ملموس-تصويري-مجرد تعتمد على عديد الطرائق مثل: bar modelling، number bond، mental math، فبدلا من الحفظ الروتيني أو التلقين القديم للمتعلم، يقوم المتعلمون بالتعلم للتفكير رياضيا بالإعتماد على عميق المعرفة التي حصلوها في الدروس السابقة، وبالتالي تعتمد عملية التحصيل على استغلال القبليات التي يحتفظ بها التلاميذ من قبل من جهة وإثارة ذاكرتهم وقدراتهم من جهة أخرى من خلال الطرائق السابقة. (SMA, 2020: 25)

هذا الإطار الفعال يلائم مفاهيم وتصورات في طريق ملموسة، ويتطور إلى مستويات أعلى من التجريد، كما يؤكد بياجي Piaget بأن الذكاء مجموعة من المراحل بدءا من عالم المحسوسات وتنتهي إلى عالم التصورات والمجردات، (بياجيه، 2004) ويمكن أن نلخصها ضمن المراحل التالية:(SMA, 2020)

- ✓ مرحلة الملموس: يتفاعل المتعلمون مع موضوعات مادية عادة ما ترتبط إرتباطا وثيقا ومباشرا بمحيط المتعلم، ثم بعدها تتم نمذجتها
- ✓ المرحلة التصويرية: يقوم المتعلم بإنشاء روابط ذهنية بين الموضوعات، حيث يتناول ويعالج تمثيلات هذه الموضوعات
- ✓ المرحلة التجريدية: يقوم المتعلمون باستعمار رموز النمذجة للمسائل باستخدام الأعداد والرموز الرياضية

وما يمكن ملاحظته أن المتعلم ينتقل من حالة إلى حالة أكثر تجريدا، كما يؤكد ما جاء في ديباجة الكتاب المدرسي للسنة الثانية الثانوي: "إن نقطة البدء لنشاط رياضياتي ليست التعريف، بل المشكل المطلوب حله، فبواسطة نشاط حل مشكل ما يبني التلميذ معارفه الشخصية [...] وحتى نجعل التلميذ يدرك معنى مفهوم رياضي وفائدته، لا ننطلق من تمثيل للمعرفة المقصودة، بل ننطلق من مشكل حقيقي (نسميه فيما بعد وضعية-

مشكلة) يستعمل التلميذ في حله إجراءات قاعدية متنوعة". (وزارة التربية الوطنية، 2008) وبالتالي فالمتعلم يحاول أن يستحضر معلوماته ومعارفه القبلية لينتقل من مرحلة إلى مرحلة خلال حل المشكلة، وهذا ما يعنيه بالضبط بياجي (Piaget) عندما اعتبر أن التكوين يرتبط ارتباطا وثيقا بمفهوم البنية، الذي يخضع بدوره لمبادئ التحول والتطور فالتكوين هو انتقال من الحالة أ إلى الحالة ب التي ينبغي أن تكون أكثر تطورا وثباتا من الحالة أ، أي أن يشكل مجموعة نظم تحددها التحولات والتطورات الحاصلة خلا مرحلة الانتقال من أ إلى ب. (بياجيه، 2004).

ولتبيان ذلك بدأ بياجي بتطور البنيات المنطقية عند الطفل ويسرد قصة جرت لصديقه الرياضي في أحد الأيام عندما كان صغيرا، قرر أن يعد الحصوات التي جمعها، فصفها في صف واحد، وعدها من اليسار إلى اليمين، فوجدها عشر. وعندئذ، وبدافع اللهو، قرر أن يعدها من اليمين إلى اليسار، وأصيب بالدهشة عندما وجدها عشرا مرة أخرى. فوضع الحصى في دائرة وعدها، فكانت عشر مرة أخرى، إذن لا أهمية لكيفية وضع الحصاة، وقد اكتشف هنا ما يُعرف في الرياضيات بالتبادلية Commutativity أي المجموع المستقل عن الترتيب، وعليه اكتشف الرياضي أن الترتيب لم يكن في الحصا في حد ذاتها وإنما من الأفعال أو المؤثرات التي مارسها على الحصى، وأطلق على هذه المعرفة اسم المعرفة الرياضية وليس المعرفة الفيزيائية. (بياجيه، 2004)، إن هذه الخلاصة لمن الأهمية بمكان لتجعلنا نفهم آليات عمل العقل البشري لاسيما عند المتعلم، حيث يتعامل مع الموضوعات الفيزيائية بقوالب عقلية رياضية منطقية، تجعل يعيد ترتيب المحيط وأشيائه ويطبق على خصائص رياضية كالتبديل والتجميع.

4.1.تعريف الرياضيات التجريبية:

إن القول برياضيات تجريبية قد يسبب استفزازا، فإذا ما سلمنا بتجريدية الرياضيات قد يبدو العنوان ضربا من المفارقة بلغة راسل، ولقد ألفنا مجالات معرفية كالفيزياء الرياضية والرياضيات التطبيقية، لكن ربط الرياضيات بالتجريب يصبح محالا، فأكثر ما يميز

الرياضيات منهجها الإستنباطي فهي بناء عقلي مجرد، ذو طبيعة منطقية صرفة، والمنهج الإستنباطي (عكس الإستقرائي الذي يُستخدم في العلوم الأخرى كالفيزياء) عملية ذهنية بحتة، تتم عبر الإنتقال من مقدمات مسلمة في العقل ولا تحتاج للبرهنة عليها إلى نتائج صحيحة تترتب عن تلك المقدمات، وبالتالي فطبيعة البرهان الرياضي الصورية تضمن تماسكه منطقيا وصوريا بغض النظر عما تعنيه تلك المقدمات أو النتائج، وعليه فالمنهج الإستنباطي عملية إنتقال من معطيات إلى نتـــائج وهو جوهر البـرهان الرياضي. (Grugeon-Allys, 2008)

غير أن المنهج الإستنباطي في نظرنا يطرح مشكلتين أساسيتين على مستوى تعليمية الرياضيات: أولهما طبيعة **المنهج** في حد ذاته، من حيث تجريده وبعده عن الواقع فصوريته تجعل التلميذ يغوص في شبكة من العلاقات غير واضحة المعالم ويصبح كما يقول أحدهم: عالم الرياضيات هو كرجل أعمى يبحث في غرفة مظلمة عن قطة سوداء والقطة ليست في الغرفة، ففي أغلب الأحيان ينسى التلميذ ما يبحث عنه، أما المشكلة الثانية فهي مشكلة **المعنى** فيتلقى التلميذ المعارف والعلاقات الرياضية دون أن يستوعب معناها وبالتالي يكتسب مع الوقت عقلا آداتيا براجماتيا الأول من حيث كونه يصبح آلة حاسبة، يحسب دون أن يعي دلالة ما يفعله، والثاني من حيث يصبح همه تلقف النقاط، غير أنه ومع تطور تكنولوجيا الإعلام والإتصال، انتهجت معظم المؤسسات التعليمية العالمية طرقا تجريبية وطرق محاكاة (سنعرج على بعض الأمثلة في الجزء التطبيقي) تبنت خلالها التيار البنيوي السالف الذكر، أو ما يُطلق عليه بالإستدلال الفرضي الإستنتاجي الذي ميز الفلسفة التعليمية الراهنة، ويعتمد المنهج الفرضي الإستنتاجي بالأساس على الملاحظة ثم التجربة فالفرض والإستنتاج، أما تطبيقه في الرياضيات فيمكن أن نلخصه في النقاط الآتية:(Jonnaert, 2007)

- ✓ صياغة وضعية مشكلة بلغة واضحة مرتبطة بالموضوع المراد دراسته

- ✓ محاولة الإنتقال من الواقعي إلى التجريدي من خلال نمذجة أو ترييض Mathématisation المشكلة عن طريق صياغته في عبارة دالة أو معادلة
- ✓ إنشاء الشكل الذي يمثل معادلة أو دالة المشكلة من خلال إستخدام أداة تكنولوجية كآلة حاسبة بيانية أو برمجية محاكاة
- ✓ إعطاء فرصة للمتعلم تطبيق مختلف فرضياته، وتغييراته على الشكل (الهندسة التفاعلية)
- ✓ معاودة الإنتقال من أنموذج المحاكاة أو الشكل إلى التعريف الرياضي المجرد
- ✓ وما نلحظه في هذه الخطوات الإنتقال من الواقع إلى الأنموذج الرياضي ثم العودة إليه

5.1.تعريف الهندسة الديناميكية

الهندسة الديناميكية مصطلح يُقصد به إنشاء الأشكال الهندسية والمنحنيات البيانية سواء كانت في الهندسة الإقليدية المستوية أو الهندسة الفراغية بواسطة الحاسوب، أي بمساعدة برامج تسمح لنا بتطبيق مختلف العمليات والتغييرات على الأشكال المبنية، وبعبارة أخرى يمكننا القول بأنا الهندسة التفاعلية تتمثل في مجموعة من الأدوات التي تسمح باستغلال خصائص الأشكال الهندسية بكيفية تفاعلية، وبتطبيق مجموعة من العمليات ذات الطبيعة الهندسية كرسم منحنى أو تحويل نقطي أو إسقاط، وعليه فهي مجموع البرمجيات التي توفر بيئة عــمل تسمح لنا باستغلال وتطبيق مختلف الخصائص الهندسية. (Malabar, 2003)

يغطي مفهوم الهندسة الديناميكية ظاهرتين، أولهما القدرة على التغيير في الأشكال حتى بعد إنشاءها أو رسمها، أما الثاني كون أن كل بناء أُنشئ من خلال أوليات هندسية يحتفظ بخصائصه خلال الإنتقالات التي يتعرض لها، كما أن برمجيات الهندسة توفر إمكانية التجسيد المرئي هذا الأخير الذي لا يكون متاحا على الورق. (Papert)

ولا تكمن أهمية وفاعلية الهندسة الديناميكية في الأشكال المرسومة المرئية فحسب، بل تجعل منها أداة فعالة في كثير من الحسابات الرياضية لاسيما والهندسة التحليلية التي تفسر بشكل بياني المتراجحات لمتغير حقيقي مثلا(أنظر التعليق رقم:4) وعلى هذا الأساس تصبح منهجية سنغافورة مزدوجة الإتجاه بمعنى تصويري-تجريدي وكذلك تجريدي-تصويري، فالإنتقال كما أسلفنا للتصويري يعطي للمقادير الرياضية والأعداد الحسابية المعنى مما يزيد من وعي المتعلم بالمسألة المُراد حلها، كما يصبح أيضا للحلول معنى ودلالة.

6.1.التفكير الماوراء المعرفي وتعلم الرياضيات:

لا تقتصر العملية التعليمية التعلمية على تزويد المتعلم بأدوات فعالة من خلال مقاربات علم النفس المعرفي نظريا، ومقاربة CPA تطبيقيا، بل نتجاوز ذلك بإعطائه آليات التفكير والتحكم فيها، وهذا ما نصطلح عليه بالتفكير الماوراء المعرفي (Metacognition)، والذي يعتبره فلافل Flavell وعي الفرد بعمليات التفكير وقدرته على السيطرة على هذه العمليات،(ساسي، 2012) إن ما توصل إليه العلم من تطورت لاسيما المتعلقة بالوظائف الفيزيولوجية والنفسية للدماغ البشري أثبت أن ملكات الإنسان كالذكاء والذاكرة، هي قدرات ليست وراثية بالمطلق ولكن يمكن تطويرها وتنميتها من خلال تمارين الذكاء والتذكر، إذ يرى فلافل Flavell أن عمليات تطور الذاكرة في جزء كبير منها هي نتيجة تطور الذكاء والمراقبة الذكية لعمليات تخزين المعلومات واسترجاعها، لذا فإن الفرد الواعي أكثر بالعمليات السابقة لديه القدرة على تنظيم أفكاره وتوجيهها،(ساسي، 2012: 237) كما يؤكد (FLAVELL, 1979: 906) أن عديد الأبحاث تثبت أن التفكير الماوراء المعرفي يلعب دورا رئيسيا في الإنتباه، الذاكرة، حل المسائل، التغيرات السلوكية المعرفية، تطور الشخصية والتعليم، وبالجملة يمكن القول بأن أدوات التفكير الماوراء المعرفي تزيد المتعلم وعيا بالمسائل الرياضية وتكسبه القدرة على استخلاص المعنى وصولا إلى المفهوم الرياضي المجرد، كما تعطيه رؤية أفقية لقراءة معطيات المسألة وأيضا رؤية عمودية

تمنحه فلسفة خاصة لحل التمارين بوعي ومعنى، ولما كان المعلم هو مفتاح التلاميذ من خلال خلق الفرص تعلم الرياضيات وتدريبهم على التفكير الماوراء المعرفي، لأن نوعية النظام التعليمي من نوعية معليه كان من الضروري تطوير مهارات المعلمين على السواء. (Kaur, Oh, & Yew, 2017: 18)

2.المقاربة التطبيقية:

نحاول من خلال هذه المقاربة التطبيقية أن نلقي الضوء على برمجية GeoGebra، التي لاقت القبول كثيرا في أوساط الأساتذة كما التلاميذ، كما أن دراسات عديدة أكدت نجاعتها في زيادة مردودية الفهم والإستيعاب لدى التلاميذ منها (Lagrange, 2000)

1.2.تقديم برمجية GeoGebra

جيوجبرا هو برنامج يختص بالهندسة التفاعلية والجبر والإحصاء وتطبيقات التفاضل والتكامل ويعتبر البرنامج متعدد المنصات حيث يعمل على أنظمة تشغيل ويندوز وماك ولينوكس وعلى الأجهزة اللوحية كما يوجد نسخة تطبيق ويب طوره المختص في التعليمية وتكنولوجيا الإعلام والإتصال Markus Hohenwarter يعمل على جميع أنظمة التشغيل بما فيها الأندرويد، تمت برمجته بواسطة لغتي البرمجة html وJava وهو نسخة مفتوحة مجانية لكل مستخدمي الإنترنت، له إمكانات كبيرة يمكن تلخيصها في: الهندسة المستوية والفراغية، الدوال العددية، الإحتمالات والإحصاء، الجبر، الحساب الشعاعي، الحساب، الحساب المثلثي ...(Geogebra Corporation, 2021)

يتيح برنامج جيوجبرا عديد الإمكانيات يمكن تلخيصها في: (Lagrange, 2000)

- ✓ إستخدام محاكاة وأنشطة تفاعلية لتعليم التلاميذ الرياضيات
- ✓ تبني المقاربة البنيوية من خلال تطبيق المنهج الفرضي الإستنتاجي التجريبي بدل المنهج الإستنباطي التجريدي

- ✓ يُمكِن التلاميذ من "بناء" معارفهم الخاصة بهم، وبالتالي يصبح المتعلم "فاعلا" بالنسبة لما يكتسبه
- ✓ تسمح الصور الحركية والتفاعلية أو ما يُسمى بالسيناريو للمتعلمين باستيعاب معنى المعارف الرياضية
- ✓ في الهندسة الحركية، الأخطاء لا تعبر أبدا عن إخفاق بل محفزات، لأفكار جديدة لحلول لمسألة معينة
- ✓ يصبح المعلم مرافقا للمتعلم أثناء فهمه وتطوير معارفه ومفاهيمه الخاصة

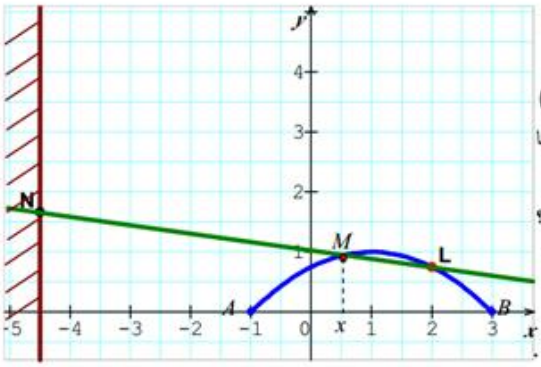
2.2.مثال تطبيقي:

من الدروس المستعصية على الفهم لتلاميذ الطور الثانوي لاسيما منهم السنة الثانية مفهوم العدد المشتق،(أنظر التعليق رقم:5) ويبدو أن تقريب مفهوم مشتقة دالة يشكل من الصعوبة بمكان ما يجعل معظم الأساتذة يتجاوزون أنشطة الدرس ليعطوا التعريف بشكل مباشر، ليحفظه المتعلم ويطبقه كما هو، ولتقريب مفهوم مماس منحنى بياني عند نقطة معينة، يقترح الكتاب المدرسي للسنة الثانية من التعليم الثانوي الشعب العلمية والتقنية والرياضية نشاطا في الصفحة 62، عرضت نص النشاط وبعدها عرضت مختلف سيناريوهات النشاط بواسطة برمجية جيوجبرا:

نشاط ثان مفهوم المماس:

القوس $\overset{\frown}{AB}$ يمثل هضبة وهو الرسم البياني في معلم $(O;\vec{i},\vec{j})$ للدالة f المعرفة على $[-1,3]$ كما يلي :

$f(x)=-\frac{1}{4}x^2+\frac{1}{2}x+\frac{3}{4}$. النقطة $L\left(2,\frac{3}{4}\right)$ تمثل ضوء على الهضبة. النقطة N ذات الفاصلة $-\frac{9}{2}$ تمثل شخصا يصعد على سلم بهدف مشاهدة الضوء الممثل بالنقطة L.



المستقيم (LN) يقطع القوس $\overset{\frown}{AB}$ في نقطة M فاصلتها x. نضع $h=x-2$

1) عين، بدلالة h، معامل توجيه المستقيم (LM)

2) لتكن E وضعية الشخص على السلم التي منها يرى لأول مرة الضوء الممثل بالنقطة L.

أ - ماذا يمثّل المستقيم (LE) بالنسبة للقوس $\overset{\frown}{AB}$؟

ب - ما هي الوضعية النهاية للمستقيم (LM) لما يؤول h إلى 0؟ استنتج معامل توجيه (LE).

3) اكتب معادلة للمستقيم (LE). استنتج ترتيب E.

لندرس المثال وفق منهج سنغافورة CPA:

مرحلة الملموس: يقترح التمرين أحد تضاريس الطبيعة وهي هضبة، يسطع من وراء الهضبة أشعة الشمس، التي من الواضح أنها لا تبدو لشخص يقع على مسافة معينة من الهضبة، لذلك يلجأ الشخص إلى الصعود على سلم درجة بعد درجة إلى أن يتمكن من رؤية ذلك الضوء، في اللحظة التي يلتقي فيها الشخص بالضوء يكون هو ونقطة الضوء التي تسطع من الهضة وتلامسها والنقطة مصدر الضوء في استقامية واحدة وهذا هو التفسير الهندسي لما نسميه بمماس منحنى بياني.

مرحلة التصوير: يقترح الكتاب تمثيل الهضبة بمعادلة قطع مكافىء على المجال [-1,3] وهو المجال الذي يقع فيه منحنى الدالة فوق محور الفواصل الذي يمثل سطع الأرض معادلته $f(x)=\frac{-1}{4}x^2+\frac{1}{2}x+\frac{3}{4}$.

نمثل الشخص بنقطة متحركة على مستقيم عمودي معادلته $x=\frac{-5}{4}$، ونقطة L ذات فاصلة 2 تنتمي إلى المنحنى تمثل نقطة سطوع الضوء من على الهضبة.

مرحلة التجريد: نمثل المستقيم الذي يصنعه الشخص مع مصدر الضوء بمعادلة $y=-mx+\frac{7}{2}m$ وهي معادلة بوسيط حقيقي m بمعامل توجيه يمسح المجال [0,0.5] يتحرك بشكل دوراني يتخذ من النقطة ذات الإحداثيات (3.5,0) مركزا له، ينطلق من وضع التطابق مع محور الفواصل ثم بمسح الوسيط m المجال العددي لتنفتح الزاوية شيئا فشيئا قاطعا المنحنى في نقطتين إلى أن يصل الوسيط للقيمة المعدومة، أين يمس المنحنى في نقطة وحيدة ذات الفاصلة 2 ويقطع المستقيم الذي يمثـل سلم الشخـص في ذات الإحـداثيات (-4.5,4) وهي بالفعل نقطة تلاقي الشخص مع الضوء الساطع من أعلى الهضبة.

بعد أن يتلقى المتعلم مفهوم المماس تصويريا، ينتقل لمرحلة التجريد والحسابات الرياضية، بإعطائه العبارة الرياضيات لمعادلة المماس ومن خلال حساب ظل الزاوية التي

يرسمها المماس مع محور الفواصل: $\lim_{h\to 0}\frac{f(2+h)-f(2)}{h}$ وهي قيمة معامل توجيه المماس والتي نرمز لها بـ: $f'(2)$

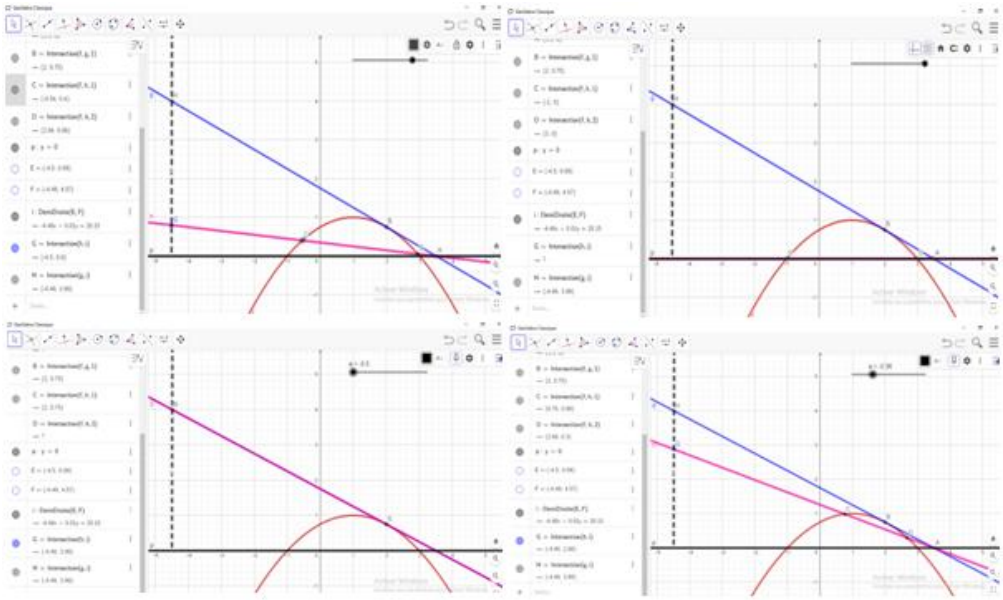
وبالتالي ووفقا لما سبق يمكن للمتعلم أن يستحضر المعلومات والمعارف القبلية الآتية:

ظل الزاوية التي يرسمها المستقيم مع محور الفواصل وهي معامل توجيه المماس $tan\,\theta = \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$

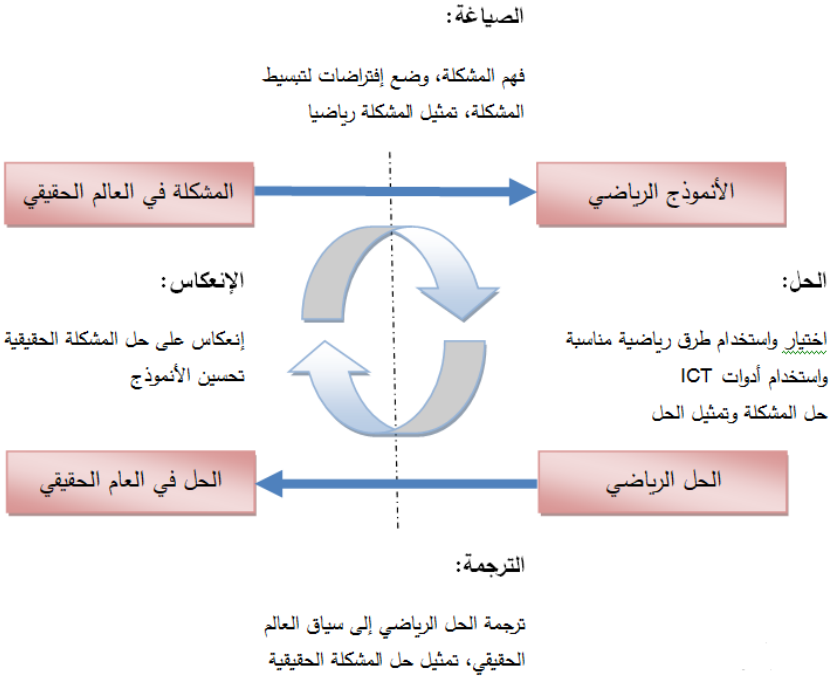
المعادلة التآلفية لمستقيم $y = ax + b$

ثم يستنتج السلوك التآلفي للدالة في جوار القيمة التي حُسب عندها العدد المشتق ومن ثم يستنتج عبارة التقريب التآلفي: $f(h+2) = hf'(2) + f(2)$

وفيما يلي نعرض مقتطفات مأخوذة من جيوجبرا لبعض تحركات المستقيم: (أنظر التعليق رقم:6)



يمكن تلخيص العمليات السابقة من خلال الشكل الآتي:(SMOE, 2019: 45)



خاتمة:

حاولنا من خلال هذا الدراسة البسيطة أن نلقي الضوء على الإطار النظري لمنهج سنغافورة في تعليم مادة الرياضيات وكذا دور تكنولوجيا الإعلام والإتصال من خلال دمجها مع ديداكتيكية المادة، واتخذنا المرحلة الثانوية أنموذجا، وخلصنا إلى أن الآليات والبرمجيات الجديدة، ساهمت في مرونة تعليم الرياضيات لاسيما والتخفيف من تجريدها والإتجاه إلى ميدان تعليمي جديد وهو الرياضيات التجريبية المبنية على التعليم بالوضعيات خاصة مع الهندسة الحركية أو التفاعلية التي تجعل من المتعلم فاعلا مبدعا تفتح لها آفاق التخيل والتصميم، ولعل ما يمكن أن نختم به مجموعة إقتراحات نتمثلها من الأهمية بمكان أن ندرجها ضمن هذه الورقة البحثية:

- ✓ الإعتماد الرسمي لتكنولوجيا الإعلام والإتصال في تدريس مادة الرياضيات لاسيما برمجية جيوجبرا لما تحمله من إمكانات هائلة

- ✓ إعتماد حصة تطبيقية أسبوعيا لمادة الرياضيات لتكون ورشة عمل للمتعلمين من خلالها يطلقون العنان لمخيلتهم وإبداعاتهم
- ✓ التنسيق مع السادة الأساتذة ومفتشي مادة العلوماتية لخلق فرص التعاون وبناء أرضية مشتركة لجعل مادتي الرياضيات والمعلوماتية متحاقلتين متقاطعتين
- ✓ إدراج أسئلة خاصة بتكنولوجيا الإعلام والإتصال لاسيما في الإمتحانات الرسمية خاصة إمتحان شهادة البكالوريا

إن استخدام تكنولوجيا الإعلام والإتصال في تعليمية الرياضيات، يسهم بشكل فعال في إنماء ذكاء المتعلمين واستيعاب أخطائهم وتحولها إلى محفزات مما ينتج عنه الأثر الإيجابي النفسي والبيداغوجي.

التعليقات:

[1] يتفوق طلاب سنغافورة في اختبارات TIMSS التي تُقيمها كل أربع سنوات كل من TIMSS & PIRLS international study centre و Boston college: Lynch school of education للإطلاع أكثر يُرجى الولوج إلى: https://timss.bc.edu

[2] نعني بـ SMOE وزارة التربية السنغافورية أي: Singapore Ministry of Education

[3] نبني رؤيتنا وفق ما نتعلمه عن موضوعات العالم، أما أننا ننبني بمعنى أن كل معرفة جديدة هي تطور في درجة وعينا، فالمعرفة إذا هي بناء لرؤيات جديدة للعام وبناء لذواتنا المدركة لهذا العالم

[4] يمكن تمثيل المتراجحة $\frac{-1}{2}x^2 + 3x - 2 \geq 0$ برسم منحناها على شكل معادلة قطع مكافئ، فيصبح من البين للمتعلم مشاهدة واستنتاج مجال الأعداد التي من أجلها يقع المنحنى البياني للدالة فوق محور الفواصل

[5] من الطرائف الجميلة أن العدد المشتق والمتمثل في نسبة التغير للدالة بين نقطتين قريبتين للغاية، إكتشفه لايبنتس Leibniz ونيوتن Newton في ذات الوقت، أما لايبنتس فقد إكتشفه رياضيا، أما نيوتن فعندما أراد حساب السرعة اللحظية بدلا من المتوسطة إكتشف أن مشتقة

المسافة بالنسبة للزمن هي السرعة ومشتقة السرعة بالنسبة للزمن هي التسارع، نرمز للعدد المشتق بـ $\frac{d}{dx}$

[6] خلال التطبيق على برمجية جيوجبرا، يرى المتعلمون المستقيم المتحرك، يقطع في كل مرة المنحنى في نقطتين إلى غاية الوصول لنقطة التماس حيث يمسه في نقطة وحدة، كما يمكن تصوير فيديو لمختلف مراحل التطبيق لتسجيل سيناريو مرئي.

قائمة المرجع:

1. بياجي جان ، (2004). الإبيستمولوجيا التكوينية. (السيد نفادي، المترجمون) دمشق: التكوين.
2. الزغلول رافع النصير، عماد عبد الرحيم . علم النفس المعرفي. عمان: الشروق.
3. وزارة التربية الوطنية. (2008). الرياضيات السنة الثانية الثانوي. الديوان الوطني للمطبوعات المدرسية.
4. بن ساسي عقيل، (2012). مستوى التفكير ما وراء المعرفي لدى تلاميذ الثالثة متوسط في مادة الرياضيات في ضوء بعض المتغيرات: دراسة ميدانية بمدينة ورقلة. مجلة العلوم الإنسانية والإجتماعية، 233-249.
5. Kaur, B., Oh, N. K., & Yew, H. L. (2017). Professional developemnt of mathematics teachers: An asian perspective. Singapore: Springer.
6. FLAVELL, J. H. (1979). Metagognition and cognition monitoring. (A. P. Association, Ed.) American psychologist , 34 (10), 906-911.
7. Kumar, V., & Nimisha, S. (2021). Mathematics anxiety of secondary schoool students. International Journal of Advanced Research , 484-489.
8. Reis, Z. A., & Sebnem, O. (2010). Using Geogebra as an information technology tool: parabola. Procedia Social and Behavioral Sciences , 565-572.
9. Brigitte Grugeon-Allys. (2008). Pratiques d'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique à l'école élémentaire. تاريخ الاسترداد 24 10 , 2021، من Cairn.info: Matieres et reflexion: https://www.cairn.info/revue-carrefours-de-l-education-2008-1-page-75.htm
10. Geogebra Corporation. (2021). GeoGebra for Teaching and Learning Math. Retrieved 12 15, 2021, from Geogebra: http.//www.geogebra.org
11. Jennifer Kerzil. (2009). Constructivisme. (Érès، من 2021 , 10 18 تاريخ الاسترداد ، المحرر) Cairn.ifo: Matieres à reflexion: https://www.cairn.info/l-abc-de-la-vae--9782749211091.htm

12. Lagrange, J.-B. (2000). 'intégration d'instruments informatiques dans l'enseignement: une ap-proche par les techniques. Consulté le 10 28, 2021, sur Educational Studies in Mathematics, Springer Verlag: https://core.ac.uk/download/pdf/265189297.pdf
13. Malabar, I. (2003). The useof the computer tecknology and constructivism to enhance visualisation skills in mathematics education (éd. Liverpool John Moores University).
14. Philippe Jonnaert. (10 10, 2007). Apprentissages mathématiques en situation : une perspective constructiviste. تاريخ الاسترداد 20 10, 2021، من Erudit: https://www.erudit.org/en/journals/rse/1996-v22-n2-rse1845/031879ar/
15. Seymour Papert. (بلا تاريخ). Technologies Usuelles de l'Information et de la Communication. تاريخ الاسترداد 25 10, 2021، من Education Nationale Circoscription d'Elbeuf: http://ecoles.ac-rouen.fr/elbeuf/tice/geometrie.html
16. SMA. (2020). Why is Singapore Math. Retrieved 12 15, 2021, from Singapore Math: https://www.singaporemath.com/what-is-singapore-math/
17. SMOE. (2019). Mathematics syllabuses: Secondary one to four. Retrieved 12 10, 2021, from Singapore Ministry Of Education: http://moe.gov.sg