سياقات وصفات تعلم تلاميذ المدرسة الإعدادية
الرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي

وجيه ضاهر، نمر بياعة

تلخيص:

التعلم بمساعدة الهاتف الخلوي يتيح الاستفادة من الوظائف المتعددة الموجودة فيه ومن صفاته المختلفة: تحرّكيته، توفره، ديناميكيته، إتاحته الاتصال الصوتي والنصي، إتاحته التصوير العادي وتصوير فيديو، إتاحته نقل المعلومات، إلخ. هذه الوظائف والصفات تمكن التلميذ من التعلم بواسطة فعاليات تدمج الحياة اليومية وتجري خارج الصف، بالإضافة إلى فعاليات مجردة يقوم بها التلاميذ داخل الصف. هذه الوظائف، والصفات قد تمكن التلميذ من القيام بتعلم مختلف من ناحية الطريقة والاستراتيجيات، ولذلك أردنا في هذا البحث أن نفحص أية إمكانيات يوفر الهاتف الخلوي لتلميذ الرياضيات من طرق واستراتيجيات تعلم. بنفس الوقت أردنا أن نفحص العمليات والعناصر الرياضية التي يشجع العمل بمساعدة الهاتف الخلوي على تعلمها.

استعملنا النظرية المجذّرة كي نتوصل إلى ثيم وتصنيفات ملائمة لطرق واستراتيجيات تعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي ولنتوصل لثيم وتصنيفات تتعلق بالعمليات والعناصر الرياضية التي تعلمها التلاميذ بمساعدته. كذلك استعملنا نموذج السياقات لنفسر تصرفات الطلاب التعلمية في محيط الهاتف الخلوي.

وجدنا أن الهاتف الخلوي يوفر لتلميذ الرياضيات سياقا تعلميا غنيا، من تعلم داخل وخارج الصف، تعلم رياضيات مجردة ورياضيات تمثل ظواهر حياتية، وتعلم عن طريق تمثيل العناصر الرياضية بأكثر من تمثيل رياضي واحد (جبري وبياني). استطاع التلاميذ الذين استخدموا الهاتف الخلوي أن يستكشفوا رياضيا ظواهر حياتية معتمدين على أنفسهم وبتدخل قليل من المعلمة. كذلك وفر الهاتف الخلوي لتلاميذ الإعدادية إمكانيات مختلفة من ناحية عملهم بشكل فردي، زوجي أو جماعي، وقد عملوا بكل هذه الطرق، وتعددت الأدوار التي قاموا بها في الفعاليات الأصيلة، وبالتالي تعددت العمليات والعناصر الرياضية التي تعرفوا عليها واستعملوها.

مقدمة:

التطور التكنولوجي للهواتف الخلوية وللتطبيقات التي تثبّت عليها يوما بعد يوم، امتلاكها المتزايد من قبل الشباب، والتكلفة الكبيرة لتجهيز المدارس بالحواسيب المتقدمة، تجعل إدخال الهواتف الخلوية للمدارس، كأدوات تعلم تكنولوجية، أمرا مرغوبا، ناجعا ومجديا. هذا الأمر صحيح بشكل خاص إذا أدى استخدام الهاتف الخلوي في تعلم الرياضيات إلى تشجيع التلاميذ على استخدام طرق واستراتيجيات تعلم يوصي عليها مربّو وباحثو التربية الرياضية، مثل التعلم عن طريق الاكتشاف، ربط الرياضيات

بالحياة اليومية وببقية العلوم، ومعالجة عمليات وعناصر رياضية بشكل مختلف، مثلا بشكل مرئي وديناميكي.

قليلة جدا هي الأبحاث التي تتناول تعلم الرياضيات بواسطة الهاتف الخلوي من قبل تلاميذ المدرسة الإعدادية. هناك أبحاث أولية عن استخدام الهاتف الخلوي في تعلم الرياضيات من قبل طلاب الجامعة (Yerushalmy & Botzer, In Press)، ولكن لم تجر تجارب بعد بالنسبة لاستخدام هذا الجهاز في تعلم الرياضيات بالمراحل المختلفة من المدرسة.

هذا البحث يستكشف تعلما جديدا للرياضيات بأداة منتشرة بأيدي تلاميذ المدارس، وهو يفعل ذلك في نطاق تلاميذ المدرسة الإعدادية. نتائج هذا البحث هي ذات فائدة لمعلمي الرياضيات في المدارس الإعدادية، فهي ستفصل صفات تعلم الموضوع باستخدام الهاتف الخلوي وستفصّل طرق واستراتيجيات التعلم التي يتيحها هذا الاستخدام.

خلفية نظرية:

الأبلتات كأدوات تعلم في صف الرياضيات:

تعلّم الرياضيات بواسطة الهاتف الخلوي يرتبط باستخدام المدلتات وهي تطوّر للأبلتات في محيط الوب. الأبلتات هي تطبيقات ديناميكية يمكن تفعيلها في محيط الوب. وهي تخدم التلميذ بالتعرف على موضوع رياضي معيّن، وفي حل مسائل وتمارين رياضية، ولمراجعة موضوع رياضي سبقت دراسته. بنفس الوقت، تخدم الأبلتات المعلم كأداة مساعدة لعرض موضوع رياضي معين أو مراجعته أو فحص معرفة التلاميذ فيه. جاندانيديس ورفاقه (Gadanidis et al،2003) يصفون الأبلتات الرياضية بأنها أدوات تمكن التلاميذ من بحث علاقات رياضية وبناء تمثيلات رياضية مختلفة بدون تضييع وقت طويل في تعلم طرق عمل الأداة. يمكن للأبلتات أن تحول أفكارا مجردة إلى محسوسة يمكن التعامل معها والتعرف عليها بشكل يتيح لنا معرفة صفات الأفكار، ضمن وضع الأفكار في أطر يومية وربطها مع تمثيلات أخرى تعطي هي الأخرى معلومات إضافية عن الأفكار الرياضية (Vosniadou،1996). أيضا العناصر الرياضية يمكن تحويلها إلى محسوسة أكثر عندما تُمثّل على شاشة (Lester،2000).

ريمر وموبير (Reimer & Moyer, 2005) بحثا تعلم تلاميذ صف ثالث للكسور بواسطة أدوات تكنولوجية مثل الأبلتات، واستنتجوا، بواسطة مقابلات واستمارات مواقف، أن الأدوات التكنولوجية

(1) ساعدت التلاميذ للتعلم بشكل أكبر عن الكسور، وذلك بتوفير تغذية راجعة فورية (2) كانت أسهل وأسرع للاستعمال من الورق والقلم و (3) زادت من متعة التلاميذ عند تعلم الرياضيات.

سوه وموير (Suh & Moyer, 2005) وجدا أن أحد الأبلتات التي تعلم تلاميذ صف خامس بواسطتها ساعدتهم بالنسبة لثلاثة جوانب (1) شجعت التلاميذ على التعلم من خلال الاكتشاف (2) مكنت التلاميذ من القيام بوضع فرضيات و (3) ساعدت التلاميذ على التوصل إلى علاقات رياضية. أما الأبلت الثاني الذي استعمله التلاميذ فقد ساعدهم على (1) استنتاج علاقة بين الصورة الأيقونية والصورة الرمزية و (2) جنبهم أخطاء منتشرة في موضوع الكسور.

كيلر، واسبورن–موسيز وهارت (Keller, Wasburn-Moses & Hart, 2006) بحثوا استعمال الأبلتات للمساعدة على رؤية عناصر ثلاثية الأبعاد في المدرستين الإعدادية والثانوية، وقد فحصوا ذلك بالنسبة للتلاميذ وللمعلمين. استنتج الباحثون أن الأبلتات تحسن مهارات الرؤية الفراغية، كما تمثل ذلك بتحسن القدرة على رسم رسومات إيزومترية، ربط رسوم إيزومترية مع تمثيلات ثنائية للعناصر ثلاثية الأبعاد، والترجمة بين هذه التمثيلات. من جانب آخر، وجد الباحثون أن استخدام الأبلتات يثري معرفة المحتوى التربوي للمعلمين، كما تَمثّل ذلك بزيادة مهارات الرؤية الفراغية للمعلمين ووعيهم لقضايا تعليم وتعلم خاصة بالرسومات الإيزومترية.

الأجهزة النقالة كأدوات تعلم في صف الرياضيات:

وكما حلت الأبلتات في صفحات الوب مكان البرامج الحاسوبية العادية، حلت المدلتات في الهاتف الخلوي مكان الأبلتات. ولكن ما يميّز الهاتف الخلوي، كأداة تعلم بشكل عام وتعلم الرياضيات بشكل خاص، هو أنه بالإضافة إلى المدلتات، فإن هذه الأداة تحتوي على إمكانيات متعددة أخرى تفيد تعلم التلاميذ وتواصلهم: تصوير عادي وتصوير فيديو، تسجيل صوتي، نقل معلومات، اتصال نصي وصوتي، إرسال شاشة وإرسال رسائل قصيرة وفورية (SMS) ووسائط متعددة (MMS). هذه الإمكانيات، بالإضافة إلى التحركية، الديناميكية والتوفر للهاتف الخلوي، تجعله مرشحا لتغيير المشهد التعليمي في صف الرياضيات. ومما يؤكد افتراضنا هذا، نتائج أبحاث علمية عن استخدام الأجهزة النقالة في التعلم. هذه الأبحاث تذكر الإيجابيات التالية للتعلم بالأجهزة النقالة: تمكن من التعلم في أوقات لا يفعل التلاميذ فيها أمرا آخر، تعطي دافعية للتلاميذ بسبب جاذبية الأجهزة المستخدمة فيها، تمكن من

التواصل من كل مكان وبكل زمن، تمكن من التعلم الخطي (المتزامن؟) وتمكن من القيام بعدة مهام (Pettit & Kukilska-Hulme, 2007)، وفي المقابل، هناك أبحاث تشير إلى سلبيات التعلم بالأجهزة النقالة: مساحة صغيرة للشاشة، ذاكرة محدودة، أزرار صغيرة في لوحة المفاتيح، بطاريات أمد تفعيلها محدود، إمكانية سرقة وإضاعة الأجهزة الصغيرة، صعوبة استعمال الأجهزة النقالة في بيئات ضاجّة (Vinci & Cucchi, 2007).

بالرغم من السلبيات المذكورة أعلاه، والتي تُظهر أن الأجهزة النقالة لم تُصمم من البداية لتطبيقات تربوية، فإن الامتلاك الشخصي للهاتف الخلوي تزيد من إحساس المستخدم بالقرب من جهازه الشخصي، وهذا يقلل من مشاكل ممكنة تتعلق بقابلية استعمال الجهاز النقال في العمليات التعلمية. أضف إلى ذلك أنّ التطورات التكنولوجية الحاصلة في الأجهزة النقالة، مثل شاشات أكبر وأكثر جودة، ذاكرة أكبر، قدرة متعددة الوسائط أكثر تقدما، وبطاريات ذات عمر أطول، تزيد من سهولة استعمال الأجهزة النقالة. لذلك، مشاكل استعمال هذه الأجهزة في التعلم أصبحت تتمحور حول توفّر مواد مناسبة لموضوع التعلم (Kukulska-Hulme ،0072).

استخدام الأجهزة النقالة في التربية أدى إلى تطوير بعض الباحثين لنظريات تعلم ملائمة للمحيط النقال الحديث. قسم منهم يعرض نظريات تُبرز التعلم النقال كمحادثة وكفعالية، مثلا شاربلز ورفاقه (Sharples et al., 2005) طوّروا نظرية الفعالية (Theory Activity) حتى تُلائم التعلم النقال. شاربلز (Sharples, 2006) يتحدث عن التعلم النقال من أربعة جوانب: (1) التعلم النقال كوساطة: التعلم النقال هو تعلم يحدث عندما تتوسط أدوات تكنولوجية بين المتعلم والمعرفة (2) التعلم النقال كاستمرار للتعلم الإلكتروني e-learning والذي يستخدم تكنولوجيا نقالة (3) التعلم النقال كتعلم غير رسمي يتحدى التعلم الرسمي أو يكمله (4) التعلم النقال كتعلم مُمركز بالمتعلم، حيث المتعلم هو النقال وليس بالضرورة التكنولوجيا.

بعض الباحثين التفت إلى التعاون الذي تتيحه الأجهزة النقالة للمتعلمين، مثلا لاو وأوكونيل (Low& O'connell, 2006) أشارا إلى جوانب الأجهزة النقالة كأجهزة تدعم التفاعل الاجتماعي، التعاون وبناء المعرفة. ووكر (Walker, 2006) أشار أن الفعاليات المخططة مسبقا ساعدت زائري الحدائق النباتية الذين استخدموا أجهزة نقالة على التعلم وعلى التعاون خلال التعلم، وأضاف بأن ما ساهم أيضا

في التعلم وتعاون المتعلمين هو التمركز في موضوع مُخصص والتعامل مع كمية محدودة من المعلومات. ووكر (Walker, 2006) يصف الصفات السابقة كملائمة للتعلم التعاوني في محيط نقّال.

بعض الباحثين يطرح التساؤل: ما الذي يؤثر على تطوير التعلم كنتيجة لإدخال أداة تكنولوجية جديدة مثل الهاتف الخلوي؟ الهاتف الخلوي نفسه أم تغيير أساليبنا التعليمية أو التعلمية حتى تُلائم الأداة التكنولوجية الجديدة؟ بعض الباحثين يرى أن الأدوات التكنولوجية لا تؤثر وحدها على التعلم والتعليم، وأن ما يؤثر هو الأشخاص، والاستراتيجيات وطرق التعلم والتعليم. وهم يؤكدون أيضا أن مهمة أو فعاليات أيا كانت لن تؤثر على التعلم بصورة عميقة ونهائية، وأن ما يؤثر هو ثقافة التعلم، مع أو بدون تكنولوجية تعلم أو اتصال (Sanchez et al., 2006). مقابل هؤلاء يوجد باحثون آخرون يعتقدون أن هناك عوامل معينة تؤثر بصورة عميقة على تعلم التلاميذ التعاوني في محيط تعلم متزامن عن بعد، وهي: (1) السياق (2) تصميم المحيط التعلمي (3) الفعاليات (4) التكنولوجية (5) مجموعة الهدف (Munzer & Xiao, 2004). هذا يعني أن هؤلاء الباحثين يجدون أهمية لكل هذه العوامل في تشجيع تعلم عميق للتلاميذ. نحن نوافق على رأي الباحثين الأخيرين ونعتقد أن الفعاليات المخططة مسبقا سوف يكون لها أثر على تعلم التلاميذ مع تكنولوجيا حديثة مثل تكنولوجيا الهاتف الخلوي، ولذلك نريد أن نفحص أية طرق واستراتيجيات تعلم يتيحها العمل من خلال فعاليات مخططة تستخدم الهاتف الخلوي، وكذلك العمليات والعناصر الرياضية التي يتيحها هذا العمل.

الهاتف الخلوي كأداة تعلم في صف الرياضيات:

حتى الآن تطرقنا إلى دمج الأجهزة النقالة في التربية، أما الآن فسوف نتطرق إلى استخدام الهاتف الخلوي بصورة خاصة في التربية وبالذات في موضوع الرياضيات. أبرز المحاولات في هذا المجال هي أبحاث بوتزر ويروشالمي (Botzer & Yerushalmy, 2007) ويروشالمي وبوتزر (Yerushalmy & Botzer, in press)، والتي تناولت دمج الهاتف الخلوي في تعليم الرياضيات لطالبات إعداد المعلمين، وكذلك أبحاث ضاهر (Daher, 2009)، بياعة وضاهر (Baya'a & Daher, 2009, accepted)، والتي تناولت دمج الهاتف الخلوي في تعليم الرياضيات لتلاميذ المدرسة الإعدادية. سنصف هذه الأبحاث هنا باختصار.

بوتزر ويروشالمي (2007) ويروشالمي وبوتزر (2009) درستا استعمال الهاتف الخلوي لتعلم الرياضيات من قبل طالبات جامعيات متخصصات بأساليب تدريس الرياضيات، وقد أرادتا أن تحددا صفات تعلم الرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي في محيط ظواهر يوم يومية تتعلق بوتيرة التغير، وفي نفس الوقت تحتاج إلى بناء نموذج رياضي للظاهرة اليوم يومية. وجدت الكاتبتان أن الهاتف الخلوي ساعد الطالبات على تعميق معرفتهن الرياضية وأن أحد العوامل الهامة الذي ساعد على هذا هو الربط بين مسائل حركة من الواقع ونماذج رياضية مجردة. أشارت الكاتبتان إلى أن الهاتف الخلوي، كأداة اتصال متوفرة بشكل دائم، يشجع على عمليات تعلم شخصية من خلال بناء علاقة خاصة مع المعلم، ومن المتوقع أن يزيد استعماله من دافعية المتعلم.

ضاهر (2009) فحص إدراك تلاميذ المدرسة الإعدادية بالنسبة لتعلم الرياضيات باستخدام الهواتف الخلوية والأبلتات، وتطرق للفرق بين هاتين الأداتين. كذلك، قارن تفضيلات التلاميذ بما يتعلق باستخدام الأداتين لتعلم الرياضيات. تبيّن أن التلاميذ أدركوا جوانب مختلفة للأداتين الإلكترونيتين: توفّر الأداتين، الجانب التعاوني بالأداتين، الجانب الاتصالي بالأداتين، حجم الأداتين، وسهولة استعمال الأداتين. التلاميذ اعتمدوا على هذه الجوانب ليصفوا تجربتهم بتعلم الرياضيات مستخدمين الأداتين، ليفضلوا بينهما، وليقرّروا أي الأداتين سيستعملون في تعلمهم، أين ومتى وكيف سيستعملون كل أداة. نسبة أكبر من التلاميذ فضلوا الهواتف الخلوية كأداة تعلم بسبب إمكانية نقلها وصفاتها الاتصالية.

بياعة وضاهر (2009) فحصا إدراك تلاميذ المدرسة الإعدادية بالنسبة لتعلم الرياضيات في بيئة الهاتف الخلوي عن طريق فعاليات تتعلق بظواهر حياتية خارج الصف. وجد الباحثان أن أكثر ما شجع التلاميذ على الاشتراك في تجربة التعلم عن طريق الخلوي هما العاملان التاليان: حداثة التجربة واستعمال الهاتف الخلوي. من ناحية أخرى، أدرك التلاميذ الصفات التالية لتعلم الرياضيات عن طريق فعاليات خارج الصف والتي أتاحها استخدام الهاتف الخلوي: (1) تعلم الرياضيات بشكل مستقل (2) تعلم الرياضيات بطريقة تعاونية وعلى أساس متساو (3) تعلم الرياضيات في محيط إنساني (4) تعلم الرياضيات من خلال أوضاع حياتية حقيقية (5) تعلم الرياضيات من خلال رؤيتها (6) القيام بأعمال رياضية متنوعة (7) تعلم الرياضيات بطريقة سهلة وفعّالة. بصورة عامة، تأثر التلاميذ بشكل إيجابي

بالإمكانيات والقدرات المتنوعة للهاتف الخلوي في مجال تعلم الرياضيات، لذا أوصى الباحثان باستخدام هذه الأداة في هذا المجال.

بياعة وضاهر (2010) فحصا، في تجربة أخرى، الظروف التي تؤثر على تعلم تلاميذ المدرسة الإعدادية للرياضيات عن طريق الهاتف الخلوي وما هي نتائج وتبعات هذا التعلم. وقد وجدا أن ما أثّر على تعلم الرياضيات عن طريق الهاتف الخلوي هو: صفات وتكنولوجيات الهاتف الخلوي، مواضيع ومتطلبات الفعاليات الرياضية، نمط التعلم (داخل الصف أو خارجه)، مراد الباحثين اللذين شاركا في العملية التعليمية، اندماج مدير المدرسة والمعلم المنسق ومعلم الموضوع في هذا التعلم. أما نتائج هذا التعلم فكانت سيطرة التلاميذ على تعلمهم، ربط التلاميذ للرياضيات بالحياة اليومية، نظرتهم الجديدة للرياضيات كموضوع تطبيقي وتصرفهم كرياضيين عمليين.

إطار نظري:

بحثنا يعتمد على نظريتين: النظرية المجذّرة – Grounded Theory (Strauss & Corbin, 1998) ونموذج السياق – Context Model (2002، Göker & Myrhaug). استعملنا النظرية المجذّرة لتحليل معطيات البحث، بينما استعملنا نموذج السياق لنناقش النتائج. فيما يلي وصف للنظرية المجذّرة ولنموذج السياق.

تحليل المعطيات من خلال النظرية المجذّرة:

حتى نحلل المعطيات استخدمنا أسس النظرية المجذّرة، ولقد قمنا باستخدام المراحل التالية للنظرية:

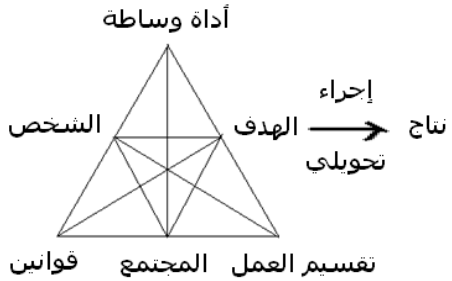
- ترميز مفتوح *(Open Coding)*: تعيين العمليات التي تعود على نفسها وقابلة للتصنيف، ويمكن القيام بذلك عن طريق فصل المعطيات وفحص أجزائها المنفردة بالنسبة للتشابه والاختلاف. في هذه المرحلة سألنا أسئلة مثل: ما هو أساس عملية التعلم الحادثة؟ هدف هذه المرحلة هو التعرف على فئات عمليات التعلم العامة وعمليات تعلم الرياضيات الأساسية، والتي تحدث أثناء تعلم الرياضيات باستخدام الهاتف الخلوي. في هذه المرحلة نقارن كل الوقت بين العمليات الأساسية المختلفة التي وجدناها بالنسبة للتشابه والاختلاف، ونضع تلك المتشابهة في فئة واحدة. بعد ذلك كل فئة تُصنف حسب صفات وأبعاد خاصة بها.

- ترميز محوري *(Axial Coding)*: بعد التعرف على كل الفئات، نفحص العلاقات بين الفئات والفئات الجزئية لها. مثلا في الفئة "تعلم تعاوني" وجدنا الفئات الجزئية التالية: تعلم عن طريق النقاش بالمجموعة، تعلم عن طريق النقاش الصفي، استكشاف الظاهرة الرياضية بشكل جماعي، الخ. أما في فئة "بناء عناصر رياضية" ضمن العمليات الرياضية التي قام بها التلاميذ، فقد وجدنا الفئات الجزئية التالية: رسم نقاط في مجموعة المحاور، رسم دالة، الخ. هنا عمليات التعلم توصف حسب السياق الذي تجري فيه وحسب شروطها (مثلا، ما الذي سببها؟ بالنسبة لعمليات التعلم العامة، وجدنا مثلا أن أحد أسباب التعلم التعاوني هو طلب المعلمة كما جاء في ورقة الفعالية). في هذه المرحلة فحصنا إن كان هناك تناقضات بين المعطيات. هذه المرحلة زادت معرفتنا بالظاهرة التي ندرسها: ماهية عمليات التعلم بشكل عام وعمليات تعلم الرياضيات بشكل خاص عندما يستعمل التلاميذ الهاتف الخلوي.
- ترميز انتقائي *(Selective Coding)*: بعد تماسك الفئات والفئات الجزئية وصفاتها وعلاقاتها ببعضها البعض، حاولنا التعرف على إحدى الفئات أو بعضها كفئات تؤثر على باقي الفئات، وعندها بنينا إطارا معرفيا للظاهرة التي بحثناها.

استعمالنا للنظرية المجذّرة يناسب هدفنا وهو تحليل المعطيات لتصنيف عمليات تعلم تلاميذ المدرسة الإعدادية للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي. استعمال شبيه قاما به يونغ وبولين (Yoong & Pauleen, 2004)، حيث حللا معطيات بحث تطبيقي يتعلق باستخدام تكنولوجيات حديثة. هما قاما بذلك لفهم المساهمة الإلكترونية للقاءات تعليمية وجها لوجه وللقاءات إلكترونية فرضية موزعة ومتباعدة.

نموذج السياق:

تطوَّر نموذج السياق عن نظرية الفعالية (Activity Theory) وتطويرها من قبل ليونتيف (1981، Leont'ev). ونظرية الفعالية تعتمد على فكرة فيجوتسكي (1978، Vygotsky) عن وساطة الأدوات المادية والفكرية والنفسية في مجريات ونتاج الفعالية. الشكل (1) يعرض مبنى نظرية الفعالية والعوامل التي تؤثر فيها.



شكل 1: مبنى نظرية الفعالية

نظرية الفعالية هي نظرية ثقافية تاريخية إذ أن نتاج الفعالية يعتمد على السياق التاريخي والسياق الثقافي اللذين تحدث فيهما، حيث أن المجتمع وتقسيم العمل والقوانين تتأثر كلها بهذين السياقين، كما يتأثر نتاج الفعالية بأدوات الوساطة التي يستعملها الشخص ليصل إلى هدفه، ولا فرق هنا بين أدوات مادية أو فكرية أو نفسية.

نموذج السياق ينطلق من أن كل تجربة هي تجربة فردية وتعتمد على السياقات التي جرت التجربة فيها. هذه السياقات تتوسط التجربة وتؤثر على نتاجها. وكما أن لنظرية الفعالية سياقا تاريخيا ثقافيا فإن لنموذج السياق خمسة سياقات يتم تتبعها وتحليلها لمعرفة صفات العمليات التي يقوم بها التلميذ أثنا تنفيذ الفعالية: سياق شخصي، سياق الفعالية، السياق الاجتماعي، السياق المكاني الزمني وسياق المحيط. فيما يلي وصف لهذه السياقات حسب Göker و Myrhaug (2002).

سياق شخصي:

هذا السياق يتكون من قسمين: السياق الجسدي والسياق العقلي. السياق الجسدي يضم كل ما يتعلق بجسد التلميذ، مثل وزنه، صحته الجسدية وطوله. السياق العقلي يضم معلومات، مثل حالة التلميذ النفسية، خبرته وقدرته العقلية. نحن أضفنا إلى هذا السياق أيضا ممتلكات التلميذ المادية مثل الهاتف الخلوي وعادات التعلم السابقة التي تكونت لديه.

سياق الفعالية:

هذا السياق يضم كل ما يتعلق بالفعالية نفسها، مثل التعليمات المرفقة، موضوع الفعالية وظروفها. في حالتنا مراد المعلمة وإرشاداتها في أوراق العمل تُعتبر أيضا جزء من سياق الفعالية.

السياق الاجتماعي:

هذا السياق يصف الجوانب الاجتماعية لعمل التلميذ، فهو يضم مثلا الأصدقاء، الخصوم، الجيران، الزملاء، والأقرباء. جانب مهم في السياق الاجتماعي هو الدور أو الأدوار التي يقوم بها التلميذ في السياق، بما في ذلك منصبه في ذلك الدور والأدوار الجزئية للدور. في حالتنا يدخل أيضا في السياق الاجتماعي تجميع التلاميذ: العمل بمجموعات، بصورة زوجية أو بصورة فردية.

السياق المكاني والزمني:

هذا السياق يحتوي كل الجوانب المكانية والزمنية المتعلقة بعمل التلميذ، وهذه تضم: الزمان، المكان، الاتجاه، السرعة، شكل الأشياء، الملابس، إلخ. في حالتنا هذا السياق يميز بين فعاليات داخل الصف وفعاليات خارج الصف.

سياق المحيط:

هذا السياق يحتوي على كل ما حول التلميذ من أشياء، خدمات، ضوء، حرارة، رطوبة، ضجة، أشخاص، الخ. الشبكات المختلفة حول التلميذ يمكن اعتبارها أيضا جزء من سياق المحيط. في حالتنا هذا السياق يضم مثلا التكنولوجيا التي يمكن أن يستخدمها التلميذ والبرمجيات الملائمة لهذه التكنولوجيا.

منهجية البحث:

أسئلة البحث:

1. أي بيئة تعلم، أية طرق تجميع تلاميذ، وأية طرق تعلم يتيحها الهاتف الخلوي عندما يتعلم التلاميذ الرياضيات بواسطته؟
2. أية عمليات رياضية يُمَكّن الهاتف الخلوي التلاميذ من القيام بها، وأية عناصر رياضية يُتيح لهم تعلمها أو استعمالها عندما يتعلمون الرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي؟

من القيم التي يمكن أن يأخذها متغير بيئة التعلم: تعلم رسمي عبر فعاليات تقنية مجردة (داخل الصف) وتعلم عبر فعاليات من الحياة الحقيقية اليوم يومية (خارج الصف)، ومن القيم التي يمكن أن يأخذها متغير تجميع التلاميذ فهي: بشكل فردي، بشكل زوجي وبمجموعة، أما القيم التي يمكن أن يأخذها

متغير طرق التعلم: تعلم عن طريق الاكتشاف الشخصي، تعلم عن طريق الاكتشاف الموجه، تعلم تلق من المعلم.

إطار وجمهور البحث:

أجري البحث في إطار التربية العملية لطلاب سنة ثالثة، تخصص رياضيات وحاسوب، مسار إعدادي في كلية القاسمي. وقد أجري في مدرستين إعداديتين يتدرب فيهما قسم من الطلاب المذكورين. في السنة الأولى من البحث اختير 15 تلميذا من صفوف تاسع من كل مدرسة، بحيث أن الاختيار تم على أساس امتلاك التلاميذ لأجهزة هواتف خلوية ملائمة وأيضا على أساس رغبة التلميذ بالاشتراك بالتجربة. التلاميذ كانوا من مستويات مختلفة في الرياضيات. إدارتا المدرستين زادتا درسا خاصا لكل من المعلمتين المشتركتين بالتجربة حتى يمكنهما تخصيص هذا الدرس لتعليم الرياضيات عن طريق الهاتف الخلوي. وقد اشترك التلاميذ بالدرس بعد انتهائهم من دوامهم المدرسي. في السنة الثانية من المشروع، تم اختيار صف تاسع كامل من قبل معلمة الموضوع، في كل من المدرستين، لكي تدمج فيه الهاتف الخلوي في تعليم الرياضيات، وذلك بوتيرة درس واحد في كل أسبوع. طلاب الكلية راقبوا التجربة عن كثب، كما حضروا بعض الفعاليات بالاشتراك مع الباحثين والمعلمتين المشتركتين بالتجربة.

نوع البحث:

البحث هو بحث كيفي، لأن عمليات التعلم مركبة بطبيعتها وتحتاج إلى فهم بصورة عميقة، ولذلك يلائمها أكثر بحث كيفي.

أدوات البحث:

أدوات جمع المعطيات:

مشاهدات: صورنا دروس الرياضيات التي عُلّمت باستخدام الهاتف الخلوي صورا عادية وفيديو. هذه الدروس انقسمت بين دروس تم تعليمها في الصف ودروس عُلّمت خارج الصف.

أدوات تحليل المعطيات:

حتى نحلل المعطيات استخدمنا طرق النظرية المجذّرة Grounded Theory – (Strauss & Corbin, 1998): الترميز المفتوح، الترميز المحوري والترميز الإنتقائي.

البرمجيات المستعملة في البحث:

استعمل التلاميذ مدلتات من الموقع www.math4mobile.com، وفيه خمسة أنواع من المدلتات تدعم تعلم الرياضيات بواسطة الهاتف الخلوي. المدلت Graph2Go يمكّن المستخدم من رسم دوال ذات صيغ مختلفة بواسطة البدء من دالة معينة ومن ثم تغيير بارامتراتها. المدلت Solve2Go يمكّن المستخدم من حل معادلات من صيغ معينة بواسطة رسم طرفي المعادلة كدوال في المدلت. المدلت Sketch2Go تمكن المستخدم من رسم دالة من عدة أجزاء، بحيث أن الأجزاء تكون تصاعدية، تنازلية أو ثابتة. المدلت يعرض أيضا مشتقات هذه القطع. المدلت Fit2Go تمكن المستخدم من تعيين نقاط على هيئة المحاور ومن ثم ملاءمة دالة خطية أو تربيعية لها (إن أمكن). المدلت Quad2Go هو مدلت هندسي يمكن المستخدم من رسم أشكال هندسية حسب صفات معينة.

نتائج البحث:

استعملنا النظرية المجذّرة لتحليل معطيات البحث التي حصلنا عليها من المشاهدات، والمقابلات مع التلاميذ ومن خلال متابعة اشتراكهم في المدونة. فيما يلي وصف لبعض الفعاليات التي قام بها التلاميذ في كل سنة من سنتي التجربة، وتصنيف، بحسب النظرية المجذّرة، للعمليات التعلمية بشكل عام والعمليات التعلمية الرياضية بشكل خاص لكل فعالية.

الفعالية الأولى:

العلاقة بين بارامترات الدالة الخطية ورسمها البياني: فعالية **صفّية**.

وصف الفعالية:

في القسم الأول من الفعالية الصفية طلبنا من التلاميذ أن يختاروا الصيغة Y=AX+B، أن يثبتوا قيمة البارامتر A ويغيروا قيمة البارامتر B، وأن يكتشفوا العلاقة بين قيمة البارامتر B والرسم البياني للدالة الخطية.

في القسم الثاني من الفعالية الصفية طلبنا من التلاميذ أن يختاروا نفس الصيغة ، ولكن هذه المرة أن يثبتوا قيمة البارامتر B ويغيروا قيمة البارامتر A، وأن يكتشفوا العلاقة بين قيمة البارامتر A والرسم البياني للدالة الخطية.

عمِل التلاميذ مع هواتفهم الخلوية حتى يكتشفوا العلاقات المطلوبة، واستنتجوا أن نقطة التقاطع للرسم البياني – المستقيم – مع محور Y هي (B0,)، كما استنتجوا أن تكبير البارامتر B يزيح الدالة إلى أعلى. اكتشف التلاميذ أيضا كيف تؤثر قيمة البارامتر A على ميل الدالة الخطية.

خلال الاستكشاف والإكتشاف للعلاقات الرياضية المتعلقة بالدالة الخطية عمل التلاميذ مع هواتفهم الخلوية بشكل فردي وبشكل زوجي، وعندما تناقشوا بالنسبة للعلاقات التي حصلوا عليها تناقشوا بشكل جماعي وباشتراك المعلمة. ما أثر أحيانا على عملهم بشكل زوجي خلال اكتشافهم للعلاقات الرياضية هو عدم امتلاك بعضهم لهاتف خلوي ملائم لإنزال مدلتات جافا إليه.

الصفات التعلمية للفعالية التي قام بها التلاميذ في الصف (بطريقة تعلم رسمية):

بيئة التعلم:

تعلم التلاميذ في هذه الفعالية في ثلاثة بيئات: بيئة رسمية–مجردة، بيئة تكنولوجية (تكنولوجيا الهاتف الخلوي في حالتنا)، وبيئة حوار. فيما يلي وصف لعمل التلاميذ في كل بيئة:

بيئة رسمية–مجردة:

قام التلاميذ بالأفعال التالية في بيئة رسمية–مجردة: استكشاف واكتشاف العلاقة بين قيمة كل من البارامترين A و B وبين الرسم البياني للدالة الخطية.

بيئة تكنولوجية:

ما فعله التلاميذ بمساعدة الهاتف الخلوي في القسم الأول من الفعالية هو: اختيار الصورة Y=AX+B، تثبيت قيمة البارامتر A، تغيير قيمة البارامتر B. أما عملهم في القسم الثاني من الفعالية فهو يشبه ما فعلوه في القسم الأول مع تغيير دوري البارامترين A و B.

بيئة حوار:

ما فعله التلاميذ في هذه المرحلة هو مقارنة النتائج التي حصلوا عليها وتعليل حصولهم عليها وذلك من خلال حوار صفي بين بعضهم البعض ومع معلمتهم.

تجميع التلاميذ:

في هذه الفعالية عمل التلاميذ بثلاثة صور: بشكل فردي، بأزواج وبمجموعات. وفيما يلي أمثلة توضح ذلك.

عمل فردي:

في القسم الأول من الفعالية قام التلاميذ بالأفعال التالية بشكل فردي: اختيار الصورة Y=AX+B، تثبيت قيمة البارامتر A، تغيير قيمة البارامتر B. قام التلاميذ في القسم الثاني من الفعالية بأفعال فردية شبيهة ولكنهم ثبتوا البارامتر B وغيروا البارامتر A.

عمل زوجي:

تعاون التلاميذ بشكل زوجي من أجل إيجاد العلاقة بين كل واحد من بارامتري الدالة الخطية ورسمها البياني.

عمل جماعي:

ناقش التلاميذ بشكل جماعي العلاقة بين كل من بارامتري الدالة الخطية ورسمها البياني.

طريقة التعلم:

تعلم التلاميذ في هذه الفعالية عن طريق الاكتشاف الموجه. وفيما يلي نفصل ذلك.

تعلم عن طريق الاكتشاف الموجه:

استعمل التلاميذ هذه الطريقة في كل مراحل هذه الفعالية، حيث استعملوا ورقة العمل التي قامت بتحضيرها المعلمة والتي ضمت إرشادات وتوجيهات للتلاميذ تساعدهم على اكتشاف العلاقات الرياضية في الدالة الخطية، ثم ناقشوا نتائجهم بتوجيه من المعلمة.

<u>عمليات رياضية قام بها التلاميذ</u>:

قام التلاميذ بالعمليات الرياضية التالية: تثبيت أحد البارامترين وتغيير البارامتر الآخر، مشاهدة واكتشاف العلاقة بين تغير أحد البارامترين وتغير الرسم البياني للدالة الخطية، مقارنة تمثيلات جبرية وتمثيلات بيانية لنفس الدالة، وصف كلامي للعلاقة بين عنصرين رياضيين (في هذه الحالة التمثيل الجبري والتمثيل البياني)، نقاش عن علاقات رياضية، وتعليل الادعاءات في النقاش الرياضي.

<u>عناصر رياضية تعلمها أو استعملها التلاميذ</u>:

تعلم التلاميذ واستعملوا العناصر الرياضية التالية: بارامتر دالة، رسم بياني لدالة، علاقة بين بارامتر ورسم بياني، وصف كلامي لعلاقة، تعليل رياضي.

الفعالية الثانية:

العلاقة بين زمن إشتعال شمعة وارتفاع الشمعة: فعالية **خارج الصف**.

وصف الفعالية:

التلاميذ أشعلوا شموعا في ساحة المدرسة، هبت ريح وأطفأت الشموع، أخذ التلاميذ بالنقاش أين ينبغي أن يشعلوا الشموع بدون أن تطفئها الريح. قرروا أن يتوجهوا لأحد الصفوف ويقوموا بالتجربة داخله. في إحدى المجموعات، اتفق التلاميذ أن يقيسوا ارتفاع الشمعة كل دقيقة، وسرعان ما وجدوا أن هذه الفترة ليست بالكافية، إذ أن ارتفاع الشمعة أحيانا لا يتغير بشكل ملحوظ، فتناقشوا واتفقوا على وحدة زمنية أخرى: كل 3 دقائق. قام أحد التلاميذ باستخدام هاتفه الخلوي من أجل قياس الفترة الزمنية باستخدام عدّاد الزمن.

بعض المجموعات عملت بشكل أسرع من مجموعات أخرى، وكان ذلك بسبب التنسيق الكبير بين التلاميذ بهذه المجموعات. التلاميذ في بعض المجموعات كانوا يتناقشون قبل القيام بخطوة معينة، كيف يقومون بها وما هي نتائجها المحتملة. البنات في إحدى المجموعات أطفأن الشمعة كل مرة أردن بها قياس طولها. عندما سُئلن عن سبب ذلك أجبن: "حتى لا نخسر قسما من الشمعة وقت القياس، وأيضا لكي لا نحرق أصابعنا." الأولاد في إحدى المجموعات قاسوا ارتفاع الشمعة دون إطفائها، وعندما سُئلوا عن سبب ذلك قالوا بأنهم عندما يطفئون الشمعة فإنهم يخسرون حرارة وهذا قد يؤثر على نتائج التجربة.

عملية قياس ارتفاع الشمعة ترافقت مع تسجيل نتائج القياس على ورقة، وهذا ما قام به أحد التلاميذ في المجموعة. وقد كان التلاميذ أحيانا يتناوبون على قياس الشمعة. عندما انتهى التلاميذ من عملية قياس الزمن الذي مر على اشتعال الشمعة وقياس طول الشمعة الملائم لكل زمن، وكذلك من عملية تسجيل القياسات الناتجة، أخذوا يعيّنون النتائج كنقاط على هيئة محاور بالمدلت Fit2Go، وبعدها جربوا أن يلائموا دالة خطية وأخرى تربيعية للنقاط التي عينوها. في نهاية الفعالية، تناقش أفراد كل مجموعة حول الدالة الأكثر ملاءمة لوصف العلاقة المطلوبة وحول صفات هذه الدالة. من الجدير بالذكر أنه خلال الفعالية قام بعض التلاميذ بالتقاط صور وتسجيل فيديو باستخدام هاتفهم الخلوي وذلك من أجل توثيق مجريات الفعالية.

بعدها رجع التلاميذ للصف وبدؤوا يقارنون بين النتائج والدوال التي حصلت عليها كل مجموعة، ويناقشون صفات هذه الدوال، وكانوا يحاولون دائما أن يعللوا ما يدّعونه، وذلك بتوجيه من المعلمة.

الصفات التعلمية للفعالية التي قام بها التلاميذ خارج الصف (بطريقة تعلم غير رسمية):

بيئة التعلم:

تعلم التلاميذ في هذه الفعالية في ثلاثة بيئات: بيئة أصيلة–واقعية (Authentic learning)، بيئة تكنولوجية، وبيئة حوار. فيما يلي وصف لعمل التلاميذ في كل بيئة:

بيئة أصيلة–واقعية:

قام التلاميذ بالأفعال التالية في بيئة أصيلة–واقعية: إشتعال شمعة، قياس ارتفاع الشمعة في فترات زمنية متفق عليها، إطفاء الشمعة، نقاش حول المكان الملائم للقيام بالتجربة، ونقاش حول الفترة التي من المفضل أن نقيس بعد مرورها طول الشمعة من جديد.

بيئة تكنولوجية:

تساعد التلاميذ بالهاتف الخلوي ليقوموا بالأفعال التالية: رسم نقاط ملائمة للقياسات التي حصلوا عليها وملائمة دالة خطية أو تربيعية للنقاط المرسومة. قياس الفترة الزمنية باستخدام عدّاد الزمن. التقاط صور وتسجيل فيديو لتوثيق الفعالية.

بيئة حوار:

اشترك أفراد المجموعة في حوار أصيل خارج الصف أثناء تنفيذ الفعالية وناقشوا صفات الدالة التي حصلوا عليها. عند عودتهم للصف تناقش كل التلاميذ بنفس الموضوع، هنا باشتراك المعلمة أيضا.

تجميع التلاميذ:

عمل التلاميذ هنا بشكل فردي وبشكل جماعي. وفيما يلي أمثلة على كل من نوعي التجميع.

عمل فردي:

قام التلاميذ بالأفعال التالية بشكل فردي: إشتعال شمعة، إطفاء شمعة، قياس ارتفاع الشمعة، قياس الزمن الذي مر على إشتعال الشمعة أو على قياس الشمعة الأخير، مراقبة ما يحدث، تصوير، تسجيل القياسات على ورق، تعيين النقاط الملائمة للقياسات على هيئة محاور بالمدلت، ورسم دالة ملائمة للنقاط.

عمل جماعي:

قام التلاميذ بالأفعال التالية بشكل جماعي: نقاش بالنسبة للفترة الزمنية التي يقاس كل مرة بعدها ارتفاع الشمعة، نقاش بالنسبة لمكان إجراء التجربة، نقاش حول إبقاء الشمعة مضاءة حين قياس ارتفاعها أو إطفائها. إشتعال الشمعة (في مكان فيه ريح تجمع التلاميذ من حول الشمعة لإبقائها مشتعلة)، إطفاء الشمعة (أحيانا وعلى سبيل إضفاء المتعة على التجربة قام التلاميذ بإطفاء الشمعة بشكل جماعي).

عمل التلاميذ بشكل أصيل–واقعي حدث بشكل جماعي. المعلمة شجعت التلاميذ على العمل بمجموعات حتى يعملوا بشكل فاعل، وقد تجاوب التلاميذ مع المعلمة في هذا الأمر. خلال عملهم بإطار المجموعة عمل التلاميذ بشكل فردي وبشكل مجموعة كما هو مفصل أعلاه.

طريقة التعلم:

تعلم التلاميذ في هذه الفعالية عن طريق البحث والاكتشاف الذاتي وكذلك عن طريق البحث والاكتشاف الموجه. سنفصل كل طريقة أدناه.

التعلم عن طريق البحث والاكتشاف الذاتي:

تعلم التلاميذ عن طريق البحث والاكتشاف الذاتي عندما قاموا بالجزأين الأولين من الفعالية: مرحلة القياسات ومرحلة نمذجة الظاهرة اليومية بشكل رياضي – ملاءمة دالة للظاهرة. أفعال التلاميذ ضمت: قياس ارتفاع الشمعة بعد فترات زمنية متفق عليها، تسجيل القياسات، تعيين نقاط على هيئة المحاور بالمدلت، وملاءمة دالة خطية أو تربيعية للنقاط المعينة.

تعلم عن طريق البحث والاكتشاف الموجه:

حدث هذا التعلم حين قام التلاميذ، بإرشاد المعلمة، بنقاش نتائج تجربتهم بالنسبة للعلاقة بين الزمن الذي مر على إشتعال الشمعة وبين ارتفاعها، وكذلك بنقاش خواص الدالة التي تعبّر عن تلك العلاقة.

<u>عمليات رياضية قام بها التلاميذ</u>:

قام التلاميذ بالعمليات الرياضية التالية خلال عملهم في فعالية الشموع: إيجاد نقاط تمثل الزمن الذي مر على إشتعال شمعة وارتفاعها بعد مرور ذلك الزمن، تعيين نقاط على هيئة محاور موجودة في واجهة مدلت الهاتف الخلوي، إيجاد دالة تمر في نقاط معطاة (إيجاد العلاقة بين عنصرين رياضيين، زمن

وارتفاع)، بناء نموذج رياضي لظاهرة حياتية، وصف صفات دالة، وصف كلامي لعلاقات رياضية، نقاش رياضي عن صفات الدالة وعن العلاقات الرياضية، وتعليل الادعاءات التي يقولوها أو يكتبوها.

عناصر رياضية تعلمها أو استعملها التلاميذ:

تعلم التلاميذ خلال فعالية الشموع أو استعملوا العناصر الرياضية التالية: قياس، ارتفاع، نقطة، هيئة محاور، علاقة رياضية، دالة، صفات دالة، تعليل.

الفعالية الثالثة:

العلاقة بين محيط صخرة وارتفاعها: قياس أطول محيط وارتفاع لصخرة – فعالية **خارج الصف.**

وصف الفعالية:

قسّم التلاميذ المهام فيما بينهم، من يقيس محيط الصخرة، من يقيس ارتفاعها، من يتابع عملية القياس، من يسجل نتائج القياسات، من يصور، ومن يعين نقاطا على هيئة المحاور بالهاتف الخلوي ويلائم دالة للنقاط. بعد ذلك ناقش التلاميذ الأمور التالية: أية صخور ينبغي أن يقيسوا؟ هل يقيسون صخورا كبيرة، صغيرة، متوسطة، أم يقيسون بعضا من كل هذه الأنواع؟ أي ارتفاع للصخرة يقيسونه وأي محيط؟

بدأ التلاميذ بقياس محيط وارتفاع الصخور، ورأوا أن قياس محيط بعض الصخور لا يمكن القيام به بشكل منفرد عندما تكون الصخرة كبيرة، وإنما يجب القيام بالعملية بشكل زوجي وأحيانا يلزم أكثر من اثنين. بعد ذلك، وكما في تجربة الشموع، قام التلاميذ بتعيين النقاط الملائمة للنتائج على هيئة محاور في المدلت Fit2Go، وملاءمة دالة للنقاط. بدأ التلاميذ بدالة خطية وفحصوا أيضا إمكانيات ملاءمة دالة تربيعية للظاهرة اليومية. وجدت ثلاث مجموعات أن العلاقة المطلوبة خطية، بينما وجدت مجموعتان أنها ليست خطية. في النقاش الصفي قارن التلاميذ بين العلاقات التي حصلوا عليها محاولين تعليل كل علاقة.

من المهم أن نذكر أن التلاميذ، في الفعاليات الأصيلة–الواقعية خارج الصف، قاموا بأدوار مختلفة حتى يجدوا العلاقة الرياضية المطلوبة، أي أنهم كانوا يغيرون أدوارهم من فعالية لفعالية، وأحيانا كانوا يغيرون أدوارهم في نفس الفعالية.

الصفات التعلمية للفعالية التي قام بها التلاميذ خارج الصف (بطريقة تعلم غير رسمية):

سوف نفصل هنا فقط تجميع التلاميذ، إذ أن باقي صفات التعلمية للتلاميذ في هذه الفعالية مشابهة لفعالية الشموع السابقة.

تجميع التلاميذ:

عمل التلاميذ بشكل فردي، بشكل زوجي وبشكل جماعي. الإختلاف بين تجميع التلاميذ هنا وتجميعهم في الفعالية السابقة هو أن التلاميذ هنا كانوا يقومون بالقياسات بشكل زوجي وأحيانا بشكل جماعي، وذلك بحسب كبر الصخرة التي قاس التلاميذ محيطها وارتفاعها. وفيما يلي أمثلة توضح الأمر.

عمل فردي:

قام التلاميذ بالأفعال التالية بصورة فردية: قياس ارتفاع الصخرة، مشاهدة ما يجري، إعطاء ملاحظات على ما يجري، تصوير، تعيين نقاط على هيئة محاور بالخلوي، وملاءمة دالة للنقاط.

عمل زوجي:

قاس التلاميذ محيط الصخرة بشكل زوجي عندما كانت الصخرة ذات كبر متوسط.

عمل جماعي:

عمل التلاميذ بصورة جماعية عندما قاسوا صخرة ذات أبعاد كبيرة، كذلك عندما تناقشوا عن أنواع الصخور التي ينبغي قياسها، وتناقشوا بالنسبة لإدارة وتنفيذ الفعالية، وأيضا عندما تناقشوا في الصف بما يتعلق بصفات الدوال الملائمة للظاهرة.

نقاش:

سنستخدم النظرية المجذّرة لوصف العلاقات بين الصفات المختلفة لتعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي. سوف نناقش بدايةً العوامل التي أثرت على الصفات المختلفة لتعلم التلاميذ، متطرقين إلى كل صفة وصفة، وسنصل في النهاية إلى نموذج يصف العلاقات بين الصفات المختلفة لتعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي والعوامل التي أثرت عليها.

بيئة تعلم التلاميذ:

أثر على بيئة تعلم التلاميذ (خارج/ داخل الصف، رسمية–مجردة/ أصيلة–واقعية، مع/ بدون تكنولوجيا، مع/ بدون حوار) مراد المعلمة، موضوع الفعالية، وتوفر أداة تكنولوجية مع برمجيات مناسبة. سنفصل كلا من هذه التأثيرات فيما يلي.

مراد المعلمة :

في فعالية الصخور، كان يمكن أن تنفذ الفعالية في الصف إن زوّدت المعلمة التلاميذ بقياسات مناسبة عن محيط وارتفاع عدد من الصخور، ولكن مراد المعلمة أن يعمل التلاميذ خارج الصف بمساعدة الهاتف الخلوي مكتشفين علاقات رياضية خاصة بظواهر يوم يومية في أرض الواقع، هو الذي أدى بالتلاميذ أن يتعلموا خارج الصف في بيئة أصيلة–واقعية وباستخدام التكنولوجيا. تأثير المسؤولين عن العملية التعليمية يذكره أيضا بياعة وضاهر (Baya'a & Daher, 2010)، وقد أشارا أن مراد الباحثين الذين شاركوا أيضا في العملية التعليمية هو أحد الأسباب التي أدت إلى تعلم التلاميذ للرياضيات عن طريق الهاتف الخلوي واستعمالهم للتطبيقات والأدوات الموجودة فيه. مراد المعلمة أثر أيضا على إدارة التلاميذ لحوار داخل الصف وخارجه من أجل اكتشاف ومناقشة علاقات رياضية.

موضوع الفعالية:

لموضوع الفعالية أيضا أثر على بيئة التعلم، فمن المتوقع أن يتم تعلم فعالية في موضوع رياضي رسمي مجرد، مثل العلاقة بين بارامترات الدالة الخطية ورسمها البياني، داخل الصف وليس خارجه. بينما، تعلم فعالية مثل فعالية الصخور من المتوقع أن يتم خارج الصف وفي الطبيعة. كذلك موضوع الفعالية وهو اكتشاف علاقات رياضية أدى إلى نشوء حوارات بين التلاميذ.

توفر أداة تكنولوجية مع برمجيات مناسبة:

توفر وملكية أداة تكنولوجية على صعيد شخصي في أيدي التلاميذ، والتي يمكن استخدامها داخل وخارج الصف، وفي فعاليات رسمية وفعاليات أصيلة–واقعية، والتي تشمل برمجيات خاصة بالهاتف الخلوي، أثر أيضا على بيئة التعلم. لولا هذه البرمجيات لما أمكن استعمال الهاتف الخلوي داخل أو خارج الصف لتعلم الرياضيات. تأثير الإمكانيات التي توفرها الأدوات التكنولوجية لتعلم الطلاب معروف

في الأدب البحثي، مثلا فنسي وكوكي (Vinci & Cucchi، 2007) تقولان بأن الهاتف الخلوي يغير إمكانيات التربية، حيث يمكن استخدامه في طرق تدريس مختلفة ومع طلاب مختلفي القدرات التعلمية.

تجميع التلاميذ:

أربعة عوامل أثرت على تجميع التلاميذ: (1) امتلاك هاتف خلوي مناسب (2) تعليمات المعلمة (3) عادات التعلم السابقة (4) ظروف الفعالية.

سنفصل كلا من هذه التأثيرات فيما يلي.

امتلاك التلاميذ لهاتف خلوي مناسب:

التلاميذ الذين لم يملكوا هواتف خلوية مناسبة للمدلتات عملوا مع تلاميذ آخرين داخل الصف ليكتشفوا علاقات رياضية رسمية مجردة، أي أن عدم امتلاك هاتف خلوي مناسب شجع بعض التلاميذ على العمل بشكل زوجي أو جماعي، حتى لو لم يقصدوا منذ البداية أن يعملوا بهذه الصورة.

تعليمات المعلمة:

المعلمة، في الفعالية الصفية، سمحت للتلاميذ بالعمل بالصورة التي يختارونها، وهذا أدى بالتلاميذ إلى العمل بالمراحل الأولى من الفعالية الصفية بصورتين: فردية وزوجية. مقابل ذلك، في فعاليات خارج الصف شجعت المعلمة التلاميذ على العمل بصورة جماعية حتى ينفذوا الفعالية بكفاءة، وقد قاموا بالفعل بالعمل بشكل جماعي، ولكن شكْل عملهم داخل المجموعة تنوع بين فردية، وزوجية، وجماعية.

عادات التعلم السابقة:

العمل داخل الصف شجع التلاميذ على العمل بشكل فردي، كما هم عادة يعملون داخل الصف، إلا إن تدخَّل عامل آخر وغيَّر من صورة عملهم. بالمقابل، العمل خارج الصف كان ممكنا بكل الصور، إذ أن التلاميذ غير معتادين على التعلم خارج الصف، ولذلك لم يكن عندهم توقع معين، وبالتالي تقبلوا صور التعلم المختلفة.

ظروف الفعالية:

حين قاس التلاميذ ارتفاع شمعة قاموا بذلك بشكل فردي، إذ لم يكن القياس يحتاج إلى أكثر من شخص واحد، أما عندما قاسوا محيط صخرة متوسطة الكبر أو كبيرة فإنهم قاسوه بشكل زوجي أو جماعي،

ليقوموا بالعمل بنجاعة وسرعة. من ناحية أخرى، النقاش هو بطبيعته جماعي ولذلك قام به التلاميذ بشكل جماعي. أي أن ظروف الفعالية أملت على التلاميذ العمل بشكل معين من حيث التجميع.

طريقة التعلم:

تعلم عن طريق البحث والاكتشاف الذاتي:

حدث هذا التعلم خارج الصف في الفعالية الأصيلة–الواقعية خلال تنفيذ التلاميذ لأول قسمين من الفعالية: قياسات وبناء نموذج رياضي للظاهرة الحياتية. هنا كان طلب واحد للمعلمة: إيجاد علاقات رياضية تُعبّر عن الظواهر الحياتية. التلاميذ قرروا بأنفسهم مكان تنفيذ الفعالية، وزمن وكيفية تنفيذها.

تعلم عن طريق البحث والاكتشاف الموجه:

حدث هذا التعلم داخل الصف، حين طُلب من التلاميذ إيجاد علاقات رياضية رسمية مجردة بمساعدة الهاتف الخلوي. التلاميذ استعملوا ورقة عمل وجّهتهم في بحثهم وساعدتهم على اكتشاف العلاقات الرياضية. هذا النوع من التعلم حدث أيضا في القسم الأخير من الفعالية عند نقاش النتائج مع المعلمة بصورة جماعية والمقارنة بينها وتعليلها. كل أفعال النقاش هذه جرت بإرشاد وتوجيه من المعلمة ولكن بمشاركة فعالة من التلاميذ في بناء المعرفة الرياضية الخاصة بالظاهرة أو المفاهيم الرياضية التي بحثوها.

بالاعتماد على ما ذكرناه سابقا، يمكن أن نقول بأن طريقة التعلم تأثرت بالعاملين التاليين: *بيئة التعلم* (خارج/ داخل الصف)، و*مراد المعلمة وتعليماتها*.

عمليات رياضية قام بها التلاميذ:

قام التلاميذ بنوعين من العمليات الرياضية: عمليات خاصة بموضوع معين وعمليات عامة يمكن القيام بها بأكثر من موضوع وسياق.

أمثلة على عمليات رياضية خاصة تعرف عليها أو قام بها التلاميذ: تثبيت بارامتر دالة خطية وتغيير البارامتر الآخر لنفس الدالة، اكتشاف العلاقة بين البارامتر A في الدالة الخطية وبين تصاعد وتنازل وثبات الدالة الخطية، معرفة أية نقاط تلائم دالة خطية وأية نقاط لا تلائمها.

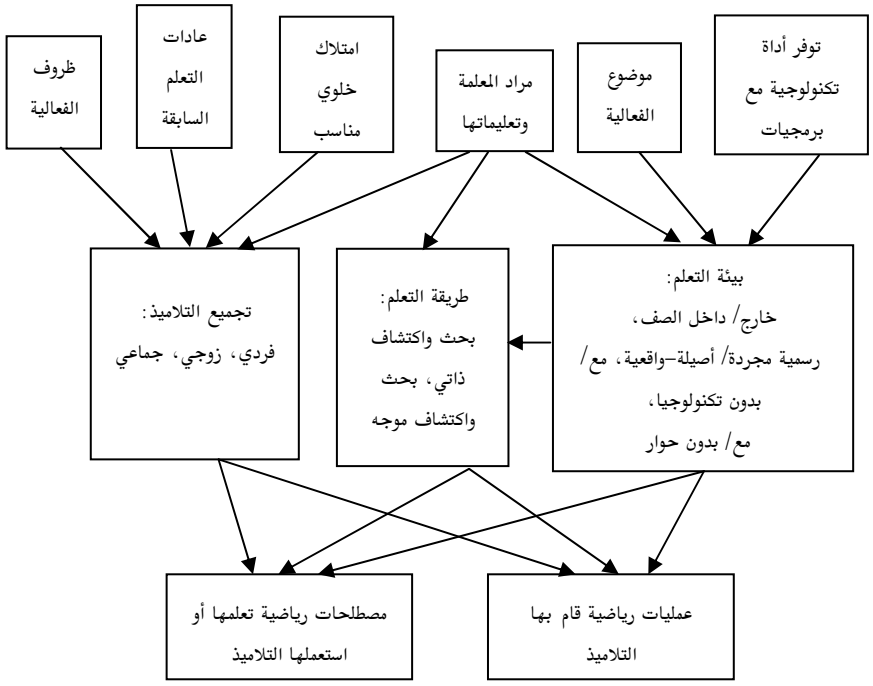
أمثلة على عمليات رياضية عامة تعرف عليها أو قام بها التلاميذ: مقارنة عنصرين رياضيين، وصف كلامي لعلاقة بين عنصرين رياضيين، وصف صفات دالة، نقاش علاقات رياضية، تعليل ادعاءات رياضية.

عناصر رياضية تعلمها التلاميذ أو استعملوها:

هنا أيضا قسم من العناصر التي تعرف عليها أو استعملها التلاميذ كان خاصا وقسم كان عاما. أمثلة على عناصر خاصة هي: نقطة، دالة، مجموعة محاور. أمثلة على عناصر عامة هي: علاقة، وصف كلامي، صفات، تعليل رياضي.

العمليات والعناصر الرياضية التي استعملها التلاميذ أُتيحت لهم نتيجة *بيئة التعلم* التي تعلموا بها *وطريقة التعلم وطريقة التجميع*.

يمكننا الآن وصف العلاقات بين المركبات المختلفة لتعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي والعوامل التي أثرت عليها بواسطة النموذج المعروض في الشكل (2) أدناه.



شكل 2: العوامل المؤثرة على صفات تعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي

يمكننا أن نرى من شكل (2) أن عوامل مختلفة تؤثر على صفات تعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي، وأن هذه العوامل تتوزع بين تأثير الأداة التكنولوجية، تأثير المعلمة، تأثير النص التعلمي، عادات التعلم السابقة، وصفات الفعل التعلمي. تدعم الأبحاث الحديثة هذه التأثيرات، فمثلا سولوي (Soloway, 1996) يعتبر المعلم أهم عامل يُمَكّن عملية التعلم من الحدوث، و هوجل (Heugl, 2004) يقول بأن التكنولوجيا تُحَسّن تعلم الرياضيات من عدة جوانب، وبالرغم من أن البحثين السابقين لا يتطرقان بالتحديد إلى صفات التعلم المذكورة في هذا البحث، فهما يتحدثان عن التعلم بشكل عام، إلا أن نتائجهما صحيحة، كما رأينا، أيضا بالنسبة لصفات التعلم التي بحثناها في تجربتنا.

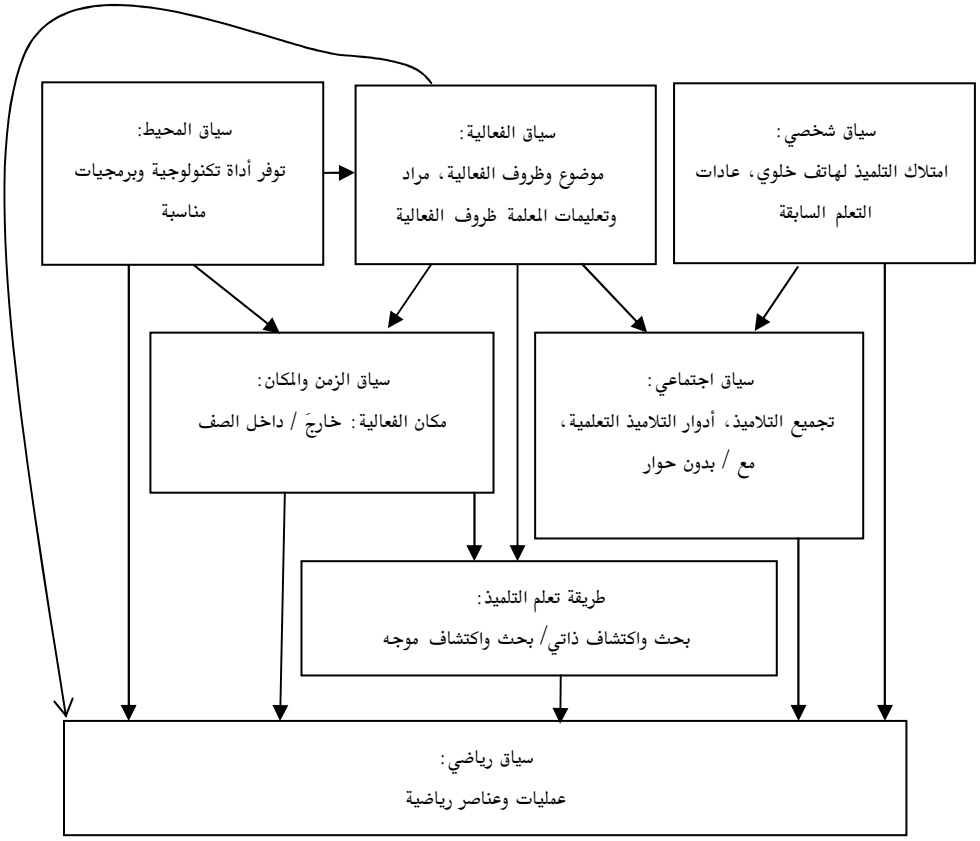
إيكلوند–ميرسكوج (Eklund-Myrskog, 1997) تقول بأن بيئات التعلم تؤثر على طرق عمل التلاميذ في تجاربهم التعلمية وفي تنفيذهم للمهام، أما إنتويسل، ماكون ووكر

(Entwistle, McCune, and Walker, 2001) فيشيرون أن المعاني التي يعطيها التلاميذ للتعلم مأخوذة من تجاربهم السابقة بما في ذلك تجاربهم التعلمية. واتكينز (0012، Watkins) يوافق، قائلا بأن طرق تعلم التلاميذ هي دالة لكيفية إدراكهم للمهام التعلمية ولبيئتهم. جرافوزو، بازا وموري (Gravoso, Pasa, & Mori, 2002) يشيرون أن التجارب السابقة للتلاميذ تؤثر على تشكيل مفاهيمهم للتعلم وتجعلهم يميلون إلى استخدام توجه معين بالتعلم. هذا أيضا ما وجدناه في هذا البحث، فبيئة تعلم التلاميذ (بالذات، توفر الهاتف الخلوي في هذه البيئة)، المهام التعلمية وعادات التعلم السابقة أثرت في تجربتنا على صفات تعلم التلاميذ.

لو نظرنا إلى العمليات والمصطلحات الرياضية التي تَمكّن التلاميذ من استخدامها والتعرف عليها لوجدنا أن استخدام الهاتف الخلوي والفعاليات التعلمية المناسبة زوّد تلاميذ الصف التاسع بإمكانيات تعلم غنية بالعمليات والعناصر الرياضية الخاصة والعامة، كذلك كانت هذه الإمكانيات غنية ومنوعة بطرق التعلم وبيئاته وبإمكانيات التجميع.

تفسير النتائج حسب نموذج السياق

يمكن أيضا تفسير النتائج التي حصلنا عليها حسب نموذج السياق الذي يحلّل تعلم التلميذ من خلال خمسة سياقات. شكل (3) يبيّن العلاقات بين السياقات الخمسة وبين عوامل أخرى بالنسبة لتعلم تلاميذ المدرسة الإعدادية لموضوع الرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي.



شكل 3: سياقات تعلم التلاميذ للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي

يمكننا أن نستنتج من شكل (3) أن السياقات الرئيسية لتعلم تلاميذ الإعدادية للرياضيات بمساعدة الهاتف الخلوي هي ثلاثة: السياق الشخصي، سياق الفعالية وسياق المحيط. هذه السياقات الثلاثة تؤثر على السياقين الباقيين: السياق الاجتماعي والسياق المكاني الزمني. أما طريقة تعلم التلميذ فتتأثر بسياق الفعالية والسياق المكاني الزمني. السياقات الخمسة وطريقة تعلم التلميذ تؤثر على السياق الرياضي لتعلمه: العمليات والعناصر الرياضية التي يلتقي بها التلميذ ويتعامل معها.

استنتاجات:

يتزايد اليوم استعمال التكنولوجيا في التعلم وخصوصا في تعلم الرياضيات. ومن الأدوات التكنولوجية التي يتزايد اهتمام مربي وباحثي التربية بها الهاتف الخلوي، وذلك لتوفره في أيدي التلاميذ وتطور

التطبيقات التكنولوجية المتاحة من خلاله كل يوم. هذا البحث يصف تجارب قمنا بها في السنتين الماضيتين لاستخدام الهاتف الخلوي لتعلم الرياضيات في المدرسة الإعدادية. نتائج هذا الاستخدام تشير أن الهاتف الخلوي يوفر لتلميذ الرياضيات بيئة تعلمية غنية ومتنوعة تشمل تعلم داخل وخارج الصف، تعلم رياضيات رسمية–مجردة وتعلم رياضيات تمثل ظواهر حياتية. كذلك يوفر الهاتف الخلوي تعلم العناصر الرياضية بأكثر من تمثيل رياضي واحد (جبري وبياني). بالإضافة إلى ذلك، استطاع التلاميذ الذين استخدموا الهاتف الخلوي أن يستكشفوا علاقات في ظواهر حياتية معتمدين على أنفسهم وبتدخل قليل من المعلمة.

وفّر المحيط التكنولوجي خارج الصف لتلاميذ الإعدادية إمكانيات مختلفة من ناحية عملهم بشكل فردي، زوجي أو جماعي، وقد عملوا بكل هذه الطرق، وتعددت الأدوار التي قاموا بها في الفعاليات الأصيلة، وبالتالي تعددت العمليات الرياضية التي قاموا بها والعناصر الرياضية التي تعرفوا عليها واستعملوها. استخدام الهاتف الخلوي في فعاليات رياضية رسمية– مجردة وأصيلة–واقعية أتاح للتلاميذ فرص تعلم متنوعة كالبحث والاكتشاف الموجه والذاتي.

توصيات:

دمج التكنولوجيا التعليمية في مدارسنا ما زال في بداياته. هذا البحث يبين أن هذا الدمج يأتي بثمار جيدة لتعليم وتعلم الرياضيات الذي يشير الواقع والأبحاث التربوية إلى وجود مشاكل يواجهها التلاميذ في تعلمها. من هنا تأتي الدعوة للمعلمين بأن يهتموا بالهاتف الخلوي كأداة تعلم للرياضات، مما قد يغير نظرة التلاميذ للرياضيات ويزيد من دافعيتهم لتعلم هذا الموضوع.

لقد قمنا باستخدام الهاتف الخلوي لتعلم موضوع الدوال في المدرسة الاعدادية وبنينا العديد من الفعاليات التعليمية الموجودة في موقعنا "النقال في خدمة الرياضيات"، والمجال مفتوح لاستخدام هذه الفعاليات في كافة المدارس وبناء المزيد منها لتلائم موضوعات أخرى في الرياضيات. نحن مدعوون ليس فقط لاستخدام الهاتف الخلوي في تعلم الرياضيات، بل إلى مرافقة هذا الاستخدام بأبحاث لمعرفة أفضل شروط دمج هذا الجهاز في العملية التعلمية. الأبحاث تفيدنا أيضا في معرفة آراء التلاميذ والمعلمين بالنسبة لهذا الاستخدام، وبالتالي يمكننا أن نغير من ممارساتنا التعليمية والتعلمية بالاعتماد على تجاربنا وعلى نتائج الأبحاث التي نقوم بها.

ببليوغرافيا:

Baya'a, N. & Daher, W. (2009). Learning Mathematics in an Authentic Mobile Environment: the Perceptions of Students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 3 (Special Issue, IMCL 2009), 6-14.

Baya'a, N. & Daher, W. (2010). Middle School Students' Learning of Mathematics Using Mobile Phones: Conditions and Consequences. *Journal of Interactive Learning Research*. 21(1), 5-25.

Botzer, G. & Yerushalmy, M. (2007). Mobile Applications for Mobile Learning. In *Proceedings for "Cognition & Exploratory Learning in Digital Age"* (CELDA), Algrave, Portugal.

Cassens, J. & Kofod-Petersen, A. (2006). Using Activity Theory to Model Context Awareness: a Qualitative Case Study. In G. C. J. Sutcliffe and R. G. Goebel (Eds), *Proceedings of the Nineteenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*, 619-624, Melbourne Beach. AAAI Press. http://www.aaai.org/Papers/FLAIRS/2006/Flairs06-122.pdf

Daher, W. (2009). Students' Perceptions of Learning Mathematics With Cellular Phones and Applets. *International Journal of Emerging Technologies in learning*, (1), 23-28. http://online-journals.org/i-jet/issue/view/51.

Eklund-Myrskog, G. (1997). The influence of the educational context on student nurses' conceptions of learning and approaches to learning. *British Journal of Educational Psychology*, 63(3), 371-381.

Entwistle, N., McCune, V., & Walker, P. (2001). Conceptions, styles, and approaches within higher education: Analytic abstractions and everyday life. In R. J. Sternberg & L. Zhang (Eds.), *Perspectives on thinking, learning, and cognitive styles* (pp. 103-136). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Gadanidis, G., Gadanidis, J., Schindler, K. (2003). Factors mediating the use of online applets in the lesson planning of preservice mathematics teachers. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 22(4), 323-344.

Göker A., Myrhaug, H. I. (2002). User context and personalisation. *ECCBR Workshop on case based reasoning and personalisation*. Aberdeen, UK. https://www.cs.tcd.ie/cbrpws/Papers/AGoker.pdf

Gravoso, R., Pasa, A. & Mori, T. (2002) Influence of students' prior learning experiences, learning conceptions and approaches on their learning outcomes, in *Quality Conversations, Proceedings of the 25th HERDSA Annual Conference*, Perth, Western Australia, 7-10 July 2002. http://www.herdsa.org.au/wp-content/uploads/conference/2002/papers/Gravoso.pdf

Heugl, H. (2004). The influence of technology in several roles of mathematics. *http://www.acdca.ac.at/material/vortrag/montreal04.pdf*

Keller, B., Wasburn-Moses, J., & Hart, E. (2002). Improving Student's Spatial Visualization Skills and Teacher's Pedagogical Content Knowledge by using On-Line Curriculum-Embedded Applets. *National Council of Teachers of Mathematics Illuminations Project*. Retrieved April 8, 2006 from: http://illuminations.nctm.org/downloads/IsoPaperV4.pdf

Kukulska-Hulme, A., Traxler, J. and Pettit, J. (2007). Designed and user-generated activity in the mobile age. *Journal of Learning Design*, 2(1), 52-65.

Leontiev, A.N. (1981). The problem of activity in psychology. In Wertsch, J. (ed), *The concept of activity in Soviet psychology*. Armonk, NY: Sharpe.

Lester, J. (2000). Designing Interactive Mathematics. In W.-C. Yang, S.-C. Chu & J.-C. Chuan (Eds.), ATCM 2000, *Proceedings of the Fifth Asian Technology Conference in Mathematics*. Chiang Mai, Thailand.

Low, L. & O'Connell, M. 2006, 'Learner-centric design of digital mobile learning'. *Paper presented at Learning on the Move, Brisbane, Australia*. Retrieved 25 October 2006 from https://olt.qut.edu.au/udf/OLT2006/gen/static/papers/Low_OLT2006_paper.pdf

Münzer, S., Xiao, B. (2004). Synchronous Cooperative Distance Learning at the Workplace: Technology and Other Factors Determining the Quality of the Learning Process. *I-KNOW '04 International Conference on Knowledge Management*. Graz, Austria. http://www.know-center.tugraz.at/previous/i-know04/papers/muenzer.pdf.

Pettit, J. and Kukulska-Hulme, A. (2007). Going with the grain: Mobile devices in practice. *Australasian Journal of Educational Technology*, 23(1), 17-33. http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet23/pettit.html.

Reimer, K., & Moyer, P.S. (2005). Third-Graders Learn About Fractions Using Virtual Manipulatives: A Classroom Study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 42(1), 5-25.

Sánchez, J., Salinas, A., Sáenz, M. (2006). Mobile Game-Based Science Learning. *Proceedings of the Distance Learning and Internet Conference*, APRUNet, Tokyo, pp.18-30.

Sharples, M. (2006). (Ed.). Big issues in mobile learning. *Report of workshop by the Kaleidoscope network of excellence mobile learning initiative*. Learning sciences research institute, University of Nottingham, UK.

Sharples, M., Taylor, J., and Vavoula, G. (2005) Towards a Theory of Mobile Learning. *Proceedings of mLearn 2005 Conference*, Cape Town. http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Sharples-%20Theory%20of%20Mobile.pdf.

Soloway, E. (1996). Teachers are the key. *Communications of the ACM*, 39 (6), 11-14.

Strauss, A., & Corbin, J., 1998, *Basics of qualitative research*. Thousands Oaks, CA: Sage Publications.

Suh, J. & Moyer, P. S. (2005). Examining Technology Uses in the Classroom: Developing Fraction Sense Using Virtual Manipulative Concept Tutorials. *Journal of Interactive Online Learning*. 3(4).

Vinci, M. L. and Cucchi, D. (2007). Possibilities of application of e-tools in education: mobile learning. *International conference for ICT for Language Learning*. Florence, Italy. http://www.leonardo-lets.net/ict/common/download/MariaLuisaVinci.pdf

Vosniadou, S. (1996). Learning environments for representational growth and cognitive flexibility. In S. Vosniadou, E. DeCorte, R. Glaser, & H. Mandl (Eds.), *International Perspectives on the Design of Technology-Supported Learning Environments* (pp. 13-24). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge: Harvard University Press.

Walker K. (2006). A method for creating collaborative mobile learning trails. In Selected *Papers from the Kaleidoscope Convergence Workshop*, Les cahiers du laboratoire Leibniz, pp. 7-16. http://www.lkl.ac.uk/people/kevin/walker_convergence2.pdf.

Watkins, D. (2001). Correlates of approaches to learning: A cross-cultural meta-analysis. In R. J. Sternberg & L. Zhang (Eds.), *Perspectives on thinking and cognitive styles* (pp. 165-195). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Yerushalmy, M. & Botzer, G. (2010) Teaching secondary mathematics in the mobile age. In Zaslavsky, O. and Sullivan, P. (Eds.) *Tasks For Secondary Mathematics Teacher Education*.

Yoong, P., Pauleen, D. (2004). Generating and analyzing data for applied research on emerging technologies: a grounded action learning approach. *Information research*, 9(4). http://informationr.net/ir/9-4/paper195.html.