فاعلية الرسوم التفاعلية المتحفية في تطوير الصور الذهنية المعرفية لدي الطفل

The Effectiveness of Interactive Museum Illustration in Developing Children's Cognitive Mental Images

الباحثة/ لبني أحمد محمد عبد الحافظ
باحثة دكتوراه قسم التصميمات المطبوعة - كليـــــــة الفنـون الجميلة – جـــامعة الإسكندرية
Researcher. Lubna Ahmed Mohammed Abd Elhafez
PhD researcher Graphic Design Department-- Faculty of Fine Arts - Alexandria University
loubna_ahmed@alexu.edu.eg

الملخص:
تتطور و تتغير الرسوم التوضيحية على غرار الفن التشكيلي مع الزمن، فكان دائماً ما يتوجب علي فناني الرسوم التوضيحية متابعة التطورات التكنولوجيا المتاحة و إيجاد طرق للدمج تستعين بتلك التطورات لتقديم محتوي تعليمي تفاعلي جذاب مثال ذلك الأفـلام الرقمية والرسوم التوضيحية التفاعلية هي أمثلة توضيحية ظهرت مع التكنولوجيا مؤخرًا، تنقل هذه الأنواع من الرسوم التوضيحية المعلومات بشكل فعال عبر قنوات الاتصال المرئية إلى الطفل، كما تعتبر أحد أهم أساليب التعلم البصري وقد جاءت التكنولوجيا التفاعلية بأساليب عرض متحفية جديدة يشارك فيها الطفل وبتفاعل معاها جسدياً وذهنياً.
مرحلة الطفولة هي مرحلة إبداعية بالفطرة يكتسب من خلالها الطفل نوعيات من أنماط السلوك الذي سيشكل رؤيته للحياة عند الكبر و يدعم ملفاته الفكرية الإبداعية و البصرية كما يكون في ذات الوقت دافعاً و داعماً لتكامل شخصيته و تفردها، لقد اتجهت المتاحف العلمية اليوم إلي نقل المعرفة إلى الأطفال في مراحلهم العمرية المبكرة عن طريق التعليم الاستكشافي أي توفر فرص التعليم الذاتي و إتاحة الوقت الكافي لاستكشاف إمكانية التحصيل و الوصول إلى النتائج من خلال الممارسة والاستنتاج، و بذلك تتحول العملية التعليمية إلى تجربة ذاتية نابعة من حصيلة الخبرات المتراكمة التي تدعم قدرة الطفل على التخيل و الإبداع و الابتكار.
أن رحلة الطفل إلى المتحف يوكبها في الوقت ذاته رحله ذهنية و حسية و نفسية تنتهي إلى إدراكه بأنه جزء إيجابي في حركة الحياة و عليه أن يجد له مكاناً و قدره ليتمكن من البقاء، لقد تعددت المتاحف الخاصة بالطفل و قدمت الكثير من طرق العروض الجذابة للأطفال و التي تجعل الطفل مشاركاً بكافة حواسه و ليس متلقياً فقط من خلال تدريب الطفل على المهام التي تتطلب مهارات معرفية و نفسية حركية.

الكلمات المفتاحية:
الرسوم التفاعلية المتحفية – التكنولوجيا التفاعلية – الواقع الافتراضي – التعلم البصري – المتاحف التفاعلية.

Abstract:
Illustrations develop and change along the same line as plastic art. Illustration artists have always had to follow technological developments available and find ways for integration. These developments are used to provide an attractive interactive educational content. These digital films and interactive illustrations, for instance, are illustrative examples that have emerged with technology, recently. These types of illustrations effectively transmit information through visual communication channels to the child. They are also considered to be one of the most

important methods of visual learning. The interactive technology came with new museum presentations in which the child participates and interacts with them physically and mentally.
Childhood is a natural creative phase through which a child acquires the kinds of behaviors that will shape their vision of life when growing up and support his creative and visual intellectual files and at the same time be motivated and supportive of the integration and uniqueness of his personality. Scientific museums, today, have moved to transfer knowledge to children in their early ages through exploratory education, that is, the availability of self-education opportunities and the availability of sufficient time to explore achievement and access to results through practice and drawing conclusion. Thus, the educational process becomes a subjective experience stemming from accumulated experiences that support the child's ability to imagine, create and innovate.
The child's journey to the museum is simultaneously a mental, sensory and psychological one. This ends with him realizing that he is a positive part of the life and has to find a place to be able to survive. Children's museums have been numerous and have offered a lot of attractive presentation methods for children that make the child a participant in all his or her senses and not only a recipient by training the child in tasks that require cognitive and psychomotor skills.

key words:
Museum interactive Illustrations - interactive technology - virtual reality - visual learning - interactive museums

المقدمة

في إطار الاهتمام بالدور التعليمي للمتاحف أشار العديد من الباحثين إلى قيمة الخبرة التعليمية المكتسبة من المتاحف بوجه عام، مما أدى إلى ظهور مصطلح جديد على الساحة التعليمية و هو التعليم المتحفي كمصطلح شامل يصف الخبرة التعليمية الإجمالية المكونة لدى الطفل عن طريق زيارته للمتاحف و ما تحمله من سمات فريدة .

يعتمد بشكل أساسي التعليم المتحفي على إثراء العملية التعليمية بالخبرات الواقعية الملموسة التي تزيد من فاعلية عملية التعليم و حيويتها و خاصة إذا كانت وثيقة الصلة بالحياة، فهذه الخبرات الواقعية تساعد على تكوين الخبرة البصرية للطفل و إثرائها، و التي عن طريقها تنمو قدراته الذاتية و يصبح لدية مخزون معرفي يتخذه كمرجع أساسي له.

ومن هنا تأتي فكرة المتحف التفاعلي حيث تدور فكرة هذا المتحف على مبدأ تشجيع لمس المعروضات بدلاً من نهر الطفل بلافته**" ممنوع اللمس "** حيث يقوم الطفل بنفسه بالتعامل مع المعروضات وتكوين الخبرة الذاتية.

وفي مثل هذه المتاحف فان الطفل يجد متعه كبيرة في التعرف على الحقائق العلمية بنفسه كيف تعمل ولماذا؟ ومتى اكتشفت؟ ومن اكتشفها؟، فأن التعلم النشط يقود الأطفال إلي فهم المبادئ والرسائل والأفكار الهامة من خلال عملية التعليم الاستكشافي.

و بذلك أصبح لمتحف الطفل دور هام و فعـــال في استكمال المنظومة المعرفيـــة التي تصقل و تشكل وجدان و خيال الأطفال فيما يتم تقديمة من خبرات تعليمية فريدة.

مشكلة البحث

- ما مدي فاعلية الرسوم التفاعلية المتحفية في تعزيز التعليم البصري لدي الطفل؟
- ما هي أبعاد البناء التشكيلي للرسوم التفاعلية المتحفية لتوظيفها و دمجها من خلال التكنولوجيا التفاعلية؟

أهمية البحث

- تنمية الجوانب الابتكارية و القدرات الإبداعية لدى الطفل من خلال الدور المهم الذي تلعبه استخدام التكنولوجيا التفاعلية في المتاحف العلمية.
- إفساح المجال أمام البحث و التجريب لتطوير المتاحف بحيث تواكب متطلبات الطفل الابتكارية.

أهداف البحث

- إلقاء الضوء علي وسيط جديد قادر على توسيع المدارك المعرفية العلمية لدى الطفل .
- تطوير الجانب التفاعلي للمتاحف الذي بدورة يلبى احتياجات الطفل المعرفية بعكس المتاحف التقليدية.
- تفعيل دور الرسوم التفاعلية المتحفية في إيصال الرسالة المرئية و رفع كفاءة الاتصال المرئي.

التواصل البصري الإدراكي من خلال الرسوم المتحفية التفاعلية

في الماضي كنا نحتاج إلى إجراء تجارب على الإدراك البصري للوصول إلى التواصل المرئي الفعال، و التفكير في كيفية تفاعل الطفل مع التكنولوجيا، أما في الآونة الأخيرة و من خلال الرسوم التفاعلية المتحفية تمكن الطفل من المرور بتلك المراحل من التعرف على المشكلة و من ثم الاستجابة ثم التغذية الراجعة و نهاية بالوعي، كما أن للرسوم التفاعلية المتحفية القدرة على نقل المعلومات العلمية المعقدة للطفل و دمجها ضمن التكنولوجيا الرقمية من خلال:

- تطبيق مفهوم الزمان والمكان علي الرسوم العلمية التفاعلية المتحفية والتركيز على إنشاء رسم توضيحي تفاعلي يدفع الطفل لـ"الفعل "و" الاستجابة "وليس فقط الوضع" السلبي "و" المشاهدة."
- التركيز على رفع كفاءة الطفل في الفهم و الإدراك إضافة إلى القدرة على الإقناع.

التعلم البصري

يشير مفهوم التعلم البصري إلى التعلم من خلال المواد البصرية على اختلاف أنواعها أو اكتساب المعرفة وبنائها نتيجة تفاعل الطفل مع ما حوله من المثيرات البصرية، ويعتمد على ما تتركه المثيرات البصرية في الطفل من أثر، ويقصّد بالمثيرات البصرية الطاقة الكهرومغناطيسية التي تبثها الأشياء والعناصر الموجودة في البيئة، وتلتقطها شبكية العين عن طريق الضوء الذي ينقل المعلومات المرتبطة بالشكل أو اللون ... إلخ، وللمثيرات البصرية ثلاثة أنماط هي:

1. **المثيرات الكامنة Distal Stimuli** وهي كل العناصر والأشياء والأحداث الموجودة في البيئة التي يدرك الطفل بعضها ويتجاهل كثيرًا منها، ويرجع ذلك إلى عدد من العوامل المرتبطة به منها: مدى انتباهه، واهتمامه، وغيرها؛ إضافة إلى العوامل المرتبطة بالمثيرات نفسها، مثل: شدتها، وقربها أو بعدها، وتباين عناصرها، و غير ذلك.
2. **المثيرات الدانية Proximal Stimuli** وهي نماذج العناصر والأشياء والأحداث الموجودة في البيئة بعد وصولها إلى حاسة البصر.
3. **المثيرات المدركة Perceived Stimuli** وهي المثيرات التي وصلت إلى العقل و تم فك رموزها وفهمها و تخزينها في إحدى الذاكرتين: القصيرة أو طويلة المدى.

وقد اكتسب التعلم البصري أهمية متزايدة في مجال التعليم، ويحظى تأثيره في بناء المعرفة وفهم العلاقات والعمليات الادراكية، وتنصب عناية فناني الرسوم التوضيحية على محاولة فهم أثر المواد البصرية التفاعلية في متحف الطفل التعليمي،

بإعتبار الرسوم العلمية التفاعلية أحد أهم أشكال التعلم البصري لما لها من دور كبير في تبسيط الحقائق العلمية المعقدة التي يصعب علي الطفل إدراكها و كما تعتبر عنصر ابداعي هام يقوم المتحف بتوظيفها للتأثير علي الطفل.

الرسوم التوضيحية التعليمية

يضيف وجود الرسوم التوضيحية عنصراً معرفياً هاماً للموضوعات التعلمية؛ مما يساعد الطفل علي تمثيل المعلومات المعقدة ذهنياً، حيث تدعم استيعاب الرسالة العلمية المقدمة بما في ذلك من سهولة تخزينها و استرجاعها وتذكرها في عقل الطفل.

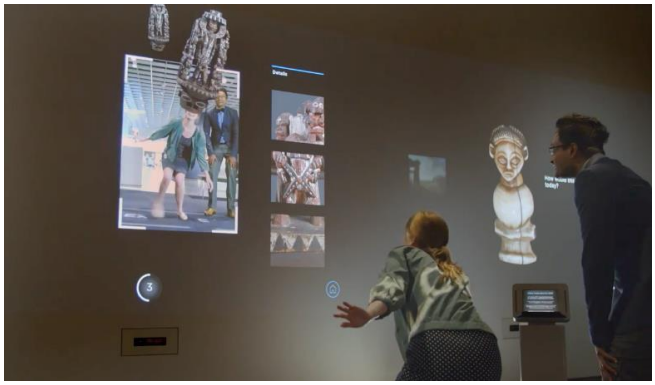
وفي إحدى الدراسات التي اخُتبرت تأثير الرسوم التوضيحية تم تعريض مجموعة من الأطفال إلي معلومات علمية تم تعزيزها بواسطة الرسوم التوضيحية لتوضيح تلك المعلومات بصورة مصورة، وتم تعريض مجموعة أخري من الأطفال لمعلومات علمية تم عرضها بصورة مسجلة، وكانت النتيجة أن مجموعة الأطفال التي تعرضت للمعلومات العلمية المعززة بالرسوم التوضيحية كانت أكثر تذكر للمعلومات من تلك التي تعرضت لنفس المعلومات ولكن بشكل مسموع، تعمل الرسوم التوضيحية علي زيادة التمثيل المعرفي و تحسين الصور الذهنية المعرفية لدي الطفل حيث استيعاب المعلومات وتمريرها إلي الذاكرة ثم إعادة استرجاعها وتذكرها.

وقد تم استخدام الرسم التوضيحي التفاعلي في المعالجات الرقمية للرسوم العلمية المتحفية باستخدام أجهزة الهاتف الذكي المجهزة بكاميرات و التي يمكن استخدامها بشكل فردي من قبل الطفل من أجل الاستخدام الفعال للأجهزة الذكية.

حيث تُمكن الطفل من التقاط الصور بالكاميرات والتعرف بشكل تفاعلي على نتائج خوارزميات معالجة الرسوم، و قد أُطلق على متحف المصور باستخدام تقنية الواقع المعزز **"المتحف الافتراضي المنبثق"** يمكن للطفل رؤية الرسوم العلمية التفاعلية التوضيحية مدمجة ضمن معروضات المتحف، كما يُعد هذا النظام سهل الاستخدام، حيث يمكن لجميع الفئات العمرية استخدام النظام بدون تعليمات معقدة، **و تكمن أهمية الرسوم التوضيحية التفاعلية في:**

1. استخدام الأبعاد البنائية التشكيلية المختلفة للرسوم للحصول علي افضل تصور توضيحي

في بعض الحالات يستخدم المتحف الرسوم الافتراضية ثلاثية الأبعاد التي تساعد الطفل على فهم مشهد يصعب التعبير عنه باستخدام الرسوم التوضيحية ثنائية الأبعاد، على سبيل المثال استخدم فناني الرسوم التوضيحية في المتاحف العلمية الأثرية بشكل شائع الرسوم الرقمية ثنائية الأبعاد للحفاظ على القطع الأثرية ودراستها، و في الآونة الأخيرة بدأت المتاحف أيضًا في استخدام الأرشيف الرقمي ثلاثي الأبعاد لمقتنياتهم .



شكل (1) تمثيل ثلاثي الأبعاد لبعض القطع الأثرية بهدف دراستها و التفاعل معاها بشكل ترفيهي
تطبيق آرت لينس - ARTLENS متحف كليفلاند للفنونThe Cleveland Museum of Art
https://www.youtube.com/watch?v=Rs_O-yuYINw

و قد أشارت نتائج الأبحاث العلمية إلى أن استخدام الرسوم الرقمية ثلاثية الأبعاد للقطع الأثرية يعتبر وسيلة أكثر فعالية للحفاظ رقميًا على التراث الثقافي المادي، نظرًا لأن الرسوم ثلاثية الأبعاد تزيد من إدراك الخصائص الفيزيائية للقطع الأثرية مما يسمح بتجربة أكثر تجسيدًا للمجموعات المتحفية، كما أن الدمج بين الرسوم التوضيحية ثنائية و ثلاثية الأبعاد يساعد الطفل على التغلب على الغموض الذي يحيط بمجوعات المتحف و بناء التصور و التخيل الصحيح للحقائق الغير مرئية.

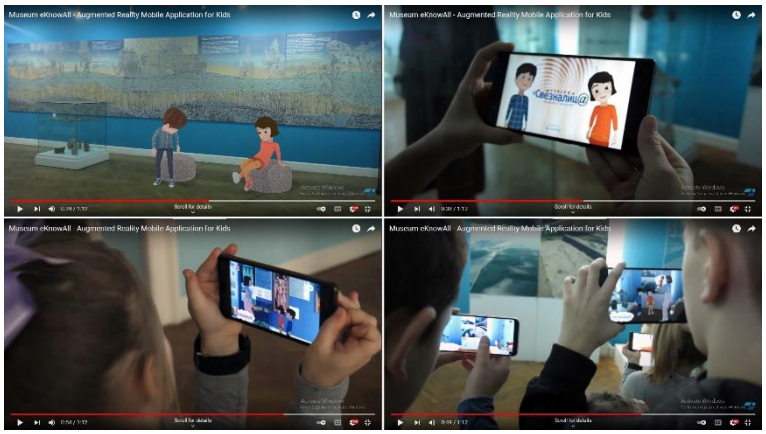
2. التعبير عن مراحل التطور

في مجموعات المتحف الحقيقية يصعب التعبير عن مرور الوقت باستخدام الصور أو النصوص علي عكس المتاحف التفاعلية اليوم، يمكن أن ينقل المتحف مرور الوقت من خلال الرسوم العلمية التفاعلية و دمجها بمعروضات المتحف الأصلية، فعلي سبيل المثال يمكن من خلال الرسوم العلمية التفاعلية التعبير عن اثر التغيير المناخي في المشهد عبر الزمن في زمن محدد خلال العرض التفاعلي.

3. الاستعانه بالشخصيات الإرشادية التفاعلية الافتراضية

يُعد الاستعانة بالشخصيات الإرشادية التفاعلية مهم بشكل حيوي في العروض المتحفية التفاعلية لجذب انتباه الطفل، في المتاحف العلمية الحقيقية قد يجد الطفل المساعدة من المرشد المتحفي لإرشادهم خلال المتحف وتقديم معلومات مفصلة حسب اهتماماتهم، وفقًا لذلك يمكن للمتاحف التفاعلية التي تعتمد علي تقنية الواقع المعزز الاستفادة أيضًا من الشخصيات الإرشادية الافتراضية الشبيهة بالحياة من أجل توجيه الطفل إلى الجولات الافتراضية وتخصيص معلومات الجولة وفقًا لاهتمامات الطفل .

ينصب الاهتمام الرئيسي للشخصية الإرشادية التفاعلية في توفر معلومات عن الجولة المتحفية من خلال الحوار مع الطفل في هيئة رواية قصصية جذابة تعمل علي تعزيز مشاركة الطفل من خلال تقنية الواقع المعزز، وفي أحد الامثلة التطبيقية قد استعان متحف فويفودينا بتطبيق Museum eKnowAll من خلال الشخصيات الافتراضية.



شكل (٢) Museum eKnowAll تطبيق الواقع المعزز للهاتف المحمول للأطفال - متحف فويفودينا.
Museum eKnowAllهو تطبيق محمول للواقع المعزز يوجه الطفل خلال المتحف باستخدام سرد القصص الرقمي
https://www.youtube.com/watch?v=UVwnulp941Q&t=1s

واجهات المستخدم التفاعلية المتحفية

أن إنشاء نظام معلومات بصري ذكي قادر على إنشاء**"ملف تعريف مرئي"** لزوار المتحف من أجل تخصيص عروض الرسوم العلمية التفاعلية المتحفية، و باستخدام مزيج من أجهزة الاستشعار الثابتة و المتحركة و بناء أنظمة المعلومات المرئية الذكية لتفسير أهداف الأطفال وتوصيفهم، إضافة إلى توفير بيئة آمنة لأصول المتحف المادية، توفر أنظمة العروض المرئية التفاعلية المعلومات اللازمة لتحديد أهداف الطفل و تقديم تجربة متحفية تفاعلية فريدة و إنعكاس ذلك علي تخصيص العروض التفاعلية في جميع أنحاء بيئة المتحف.

و غالباً ما تتوفر واجهة مستخدم رسومية لتسهيل نقل المعرفة ومراعاة تجربة المستخدم، حيث تركز علي تفاعل الطفل مع الأجهزة الرقمية المصممة خصيصًا لتقليل الجهد المعرفي وهذا يعني أن تصميم واجهة مستخدم رسومية تسمح للطفل بالتفاعل والتركيز على المحتوى بدلاً من التفكير في كيفية استخدام الواجهة.

من خلال دعم استخدام الحواس المختلفة مثل مزيج استباقي من اللمس والسمع والبصر، حيث يمكن تحويل الحمل المعرفي الذي تحمله الواجهة إلى تجربة تفاعلية ممتعة، وبالتالي رفع مستوى المعلومات العلمية المنقولة و تحقيق هدف الاتصال التقني والعلمي لتفاصيل المتحف.

و تم تقسم واجهات المستخدم إلى ثلاث فئات مختلفة:

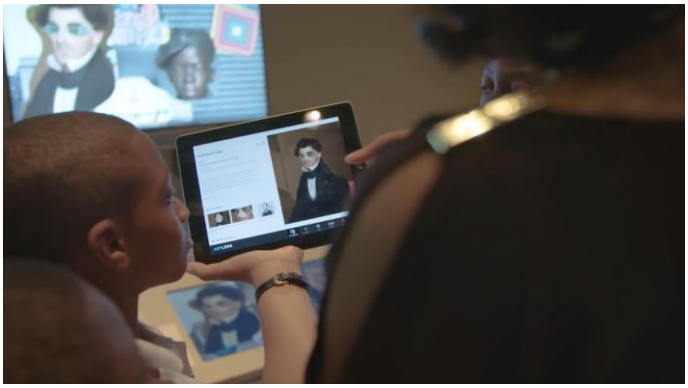
1. **واجهات المستخدم الإدراكية المتحفية Perceptive User Interfaces** تعمل علي تزويد الأجهزة بقدرات إدراكية شبيهة بالإنسان، بحيث يمكن الحصول على معلومات ضمنية وصريحة عن الأطفال وبيئتهم بسهولة، و تعزيز الأجهزة بقدرات تدعم الرؤية أو السمع أو الإحساس، و في متحف كليفلاند للفنون يكشف التفاعل باستخدام إيماءات الوجه عن الأعمال الفنية التي تتضمن نفس الخطوط والتمايل إحدى أكثر الطرق إمتاعاً للتعرف على الفن بصرياً.

شكل (3) قاعة كيف تلهم أجسادنا الفن؟ -متحف كليفلاند للفنون - لقطات من تطبيق ART LENS
العرض السابق يكشف التفاعل باستخدام إيماءات الوجه عن الأعمال الفنية التي تتضمن نفس الخطوط والتمايل لحركة الجسم.
https://www.youtube.com/watch?v=qWJqd6lyJ-E&t=56s

2. **واجهات المستخدم المتحفية متعددة الوسائط Multimodal User Interfaces** تستغل أشكالًا متعددة من المدخلات و المخرجات، حيث يمكن استخدام طرق مختلفة بشكل مستقل أو في وقت واحد، تسمح واجهات المستخدم متعددة الوسائط للطفل بالتفاعل مع الأجهزة من خلال طرق متعددة مثل الكلام و النظرة و اللمس.

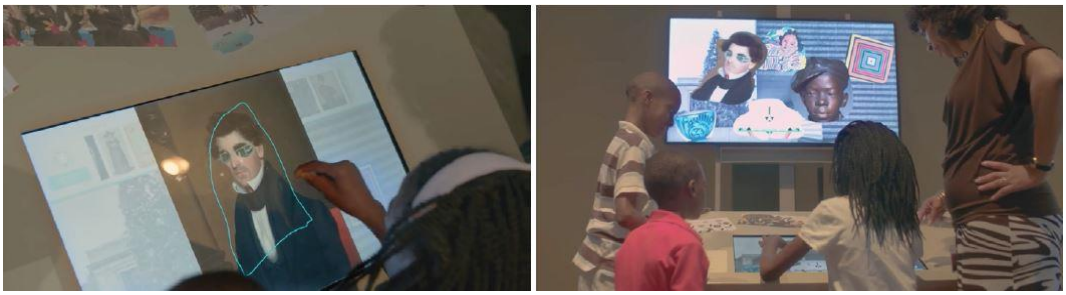
شكل (4) واجهات المستخدم المتحفية متعددة الوسائط تستعين بالحركة و الايماءات في تشكيل الطمي، متحف كليفلاند للفنون
https://www.youtube.com/watch?v=xh7KIRO4cHg

3. **واجهات مستخدم الوسائط المتعددة Multimedia user interfaces** التي تركز على الوسائط مثل النصوص والرسومات والفيديو و الصوت.



شكل (5) واجهات مستخدم الوسائط المتعددة، متحف كليفلاند للفنون
https://www.youtube.com/watch?v=xh7KIRO4cHg

يمكن أعتبار التفاعل الطبيعي بين الطفل والحاسوب اندماجًا لهذا النوع من الواجهات تتمثل في جعل واجهات المستخدم أكثر طبيعية من خلال مراعاة الطرق التي يتفاعل بها الأطفال بشكل طبيعي مع بعضهم البعض ومع العالم المحيط، من بين هذه الأنظمة تعتبر الأسطح التفاعلية التي تتيح اللمس لعدد من المستخدمين و مناسبتها للتطبيقات التعاونية ، لا سيما في البيئات التعليمية و الترفيهية.



شكل (6) أسطح تفاعلية تتيح اللمس لعدد من المستخدمين، متحف كليفلاند للفنون
https://www.youtube.com/watch?v=xh7KIRO4cHg

دراسة لبعض نظم العروض المتحفيـــة التفاعليـــة

نظم عمل تطبيقات الواقع المعزز بالمتـــاحف العلمية التفاعليـــــة

تعتبر تكنولوجيا الواقع المعزز وسيلة جذاب تفاعلية للاستخدام في المتاحف لأن قواعد البيانات الرقمية تتحدى المحفوظات الحالية مع التقادم، ويمكن التوفيق بين التطور المستمر للمعلومات الرقمية مع قواعد البيانات المادية التقليدية من خلال الدعم بتكنولوجيا الواقع المعزز و التوصل إلي تقديم رؤية مقترحة لتوظيف الواقع المعزز في التصميم الإبداعي للعروض العلمية التفاعلية المتحفية والتي شملت ستة مراحل تضمنت:

- **المرحلة الأولى:**رؤية ورسالة وأهداف العروض العلمية التفاعلية المتحفية.
- **المرحلة الثانية:**تحديد نوعية العروض العلمية التفاعليـــــــة المستخدمة.
- **المرحلة الثـالثة:**تحديد الجمهور المستهدف وفقا للشرائح الثقافية والاجتماعية والتعليمية والسن.
- **المرحلة الرابعة:**مرحلة تصميم العروض العلمية التفاعلية المتحفيـــة.
- **المرحلة الخامسة:**تقييم العروض العلمية المتحفية المنفذة بتكنولوجيا الواقع المعزز.

و يمكن وصف تكنولوجيا الواقع المعزز بانها تقنية تعمل علي دمج طبقات من المحتوى الافتراضي ضمن البيئة الحقيقية، وتمكن الطفل مستخدم الهاتف الذكي أو الجهاز اللوحي من توجيه الجهاز إلى نقطة معينة و تحويل المشهد ثابت الي مشهد ينبض بالحياة.

أتاح انتشار استخدام الأجهزة المحمولة للطفل في جميع الفئات العمرية فرصاً رائعة للتعرف على تطبيقات الواقع المعزز في مختلف المجالات، بالنسبة للمتاحف فإن جاذبية الواقع المعزز واضحة - تسمح التكنولوجيا لمحتوى الوسائط الغنية مثل الرسومات والرسوم المتحركة ومقاطع الفيديو بوضعها في طبقات و دمجها ضمن بيئات حقيقية، مما يوفر طريقة عرض غير تقليدية للمتاحف تتسم بالتفاعلية كما تضفي الحيوية على معروضات المتحف.

توفر تكنولوجيا الواقع المعزز عرضًا مباشرًا لبيئة العالم الحقيقي مع العناصر التي يتم تعزيزها بواسطة الرسوم التفاعلية التي تم إنشاؤها بواسطة تكنولوجيا الواقع المعزز، و بشكل عام تشتمل تطبيقات الواقع المعزز للهواتف الذكية عادةً على نظام GPS (نظام تحديد المواقع العالمي) لتحديد موقع الطفل واكتشاف اتجاه الجهاز باستخدام البوصلة.

على عكس الواقع الافتراضي الذي يوفر بيئة اصطناعية كاملة يستخدم الواقع المعزز البيئة الحالية بل و يعمل علي أثراءها بمعلومات أضافية جديدة، فيعمل علي طمس الخط الفاصل بين الواقع والمعلومات التي يتم إنشاؤها بواسطة الكمبيوتر من خلال تحسين ما نراه ونسمعه ونشعر به.

لم يجد الواقع المعزز مكانه في الألعاب فحسب - بل أصبح أيضًا وسيطًا جديدًا يقدم طبقات معرفية جديدة من الترجمة الفورية الجرافيكية لمجموعات معروضات المتاحف، إن التخصيص (التحول) الرقمي و التعلم الشخصي هما اتجاهان عالميان بارزان في المتاحف في السنوات الأخيرة.

و في الآونة الأخيرة تستخدم غالبية المتاحف التي تضم أكثر من 50000 زائر في الموقع التقنيات التفاعلية الجديدة المستندة إلى الهاتف المحمول، من خلال تطبيقات الهاتف المحمول يمكن للمتحف توفير معلومات تكميلية عن معرض ما أو المتحف نفسه، أو كدليل متحرك مخصص من خلال معروضات المتحف أو مساحات المعرض.

و حالياً تشرع أكثر المتاحف الأمريكية في استخدام الواقع المعزز كميزة متنقلة و من الأمثلة الحديثة على تجربة تطبيقات الواقع المعزز القائمة على الموقع خارج مساحة المتحف مشروع شيكاغو، وهو شراكة بين متحف شيكاغو للتاريخ وصانع الأفلام جيفري آلان رودس Geffrey Alan Rhodes

يقدم تطبيق كارثة إيستلاند شيكاغو Chicago the Eastland Disaster جولة مخصصة استناداً إلي تكنولوجيا الواقع المعزز فعند سير المستخدمون على طول شيكاغو ريفر ووك Chicago Riverwalk بين كلارك Clark و شوارع لاسال LaSalle Streets يُظهر معرض من الصور و الرسوم التوضيحية المعززة بتكنولوجيا الواقع المعزز التي يمكن مشاهدتها في أي مكان و التي تكشف عن قصة الكارثة بطريقة عميقة شيقة كما لو كانت تنقل المستخدم زمنياً إلي وقت وقوع الكارثة.

شكل (7) تطبيق" كارثة ايستلاند شيكاغوChicago the Eastland Disaster
https://www.youtube.com/watch?v=PKJLbi-vzIc

استعانت المتاحف العلمية بتطبيقات الواقع المعزز داخل مساحات المتحف من خلال الهواتف الذكية للزائرين، وفقًا لتقرير الثورة الرقمية لعام 2018 فقد استعان 69% من زوار المتحف بتطبيقات الواقع المعزز خلال الزيارة المتحفية.

لقد أفادت تطبيقات الواقع المعزز كلاً من المتاحف العلمية التفاعلية وزوارها من الأطفال للأسباب الثلاثة الرئيسية:

1. طبقات لا نهاية لها من المعلومات

منصة لأدوات لا نهاية لها من تكنولوجيا الواقع المعزز مع إمكانية السماح للطفل باستخدام هواتفهم الذكية كشاشات بحجم الجيب تصبح من خلالها المساحات المحيطة مسرحًا لطبقات إضافية غير محدودة و ممتدة من المعلومات.

إضافة إلى ذلك مقارنةً بميزة مسح رموز QR Quick Response المستخدمة على نطاق واسع، والتي عادةً ما تكون نظام تتبع يدوي، تعمل ميزة الواقع المعزز في تطبيقات المتحف علي التعرف التلقائي على الصور لتحقيق مسح كلي لكائنات العالم الحقيقي.

2. أداة قوية للمشاركة

من خلال تقديم تطبيقات الواقع المعزز المستندة إلى الموقع، تمكن الطفل من استكشاف المعلومات حول الأعمال الفنية المعروضة بأنفسهم، والاستمتاع بمشاهدة مشاهد الكاميرا الحية عند فحص تفاصيل العمل.

لا يكتسب الطفل فقط بعض المعرفة الأساسية للأعمال المعروضة أو المعرض نفسه عن طريق التحقق من الملصقات والنصوص على جدران المعرض، ولكن أيضًا يكتسبون المعلومات من طبقات المعلومات المدمجة أعلى العمل، فيما يُعد إضافة بُعد ثالث إلى المتحف. فعندما يتم توفير المزيد من المعلومات بشكل واضح، يتم إطلاق المحادثات بين الأطفال بسهولة أكبر و إنشاء رابط قوي بين المتحف و الطفل.

3. أداة إبداعية للتعليم

تسمح تطبيقات الواقع المعزز للطفل بالحصول على المعرفة العلمية الدقيقة بالأعمال المعروضة بطريقة جذابة وغنية بالمعلومات، كما أنها تلهم الأطفال لاكتشاف التفاصيل والتفكير فيما وراء الأعمال بأنفسهم، وفي الوقت نفسه توفير خبرات تعليمية حقيقية مروراً بالاستخدام المتعدد للحواس بشكل فعال و الجمع بين مهارات الطفل المعرفية و العالم الذي يعيش فيه، إضافة إلي تشجيع الطفل على استخدام الخيال و الابداع .

تطبيقات الواقع المعزز المتحفية

تطبيقات الواقع المعزز في المتاحف الفنية بالولايات المتحدة

يعد تطبيق الواقع المعزز بالنسبة للمتاحف الفنية أداة رائعة يمكنها إضافة محتوى تفسيري إلى العمل الفني المعروض، كما يدعو الطفل الي الدخول و التفاعل مع الأعمال الفنية بأنفسهم.

لقد استخدمت العديد من المتاحف الفنية تطبيقات الواقع المعزز المجانية التي طورتها شركات التكنولوجيا في معارضها المؤقتة على سبيل المثال في عام 2016 استخدم متحف سياتل للفنون تطبيق Layar AR في معرض Kehinde Wiley: A New Republic، كما أن هناك أيضًا متاحف فنية تتعاون مع شركات التكنولوجيا لتطوير تطبيقات الواقع المعزز الخاصة بهم، كما تعد الشراكة بين متحف سان دييغو للفنون وشركة Guru الناشئة المحلية مثالاً حديثًا.

متحف كليفلاند للفنون Cleveland Museum Of Art

تطبيق الواقع المعزز آرت لينسARTLENS، متحف كليفلاند للفنون Cleveland Museum Of Art

يُعد آرت لينس ARTLENS أحد أشهر تطبيقات الواقع المعزز التي تم تصميمها وتطويرها بواسطة متاحف الفنون، يتوفر التطبيق الإلكتروني على نظامي Android و iOS يحتوى التطبيق ايضاً على تقنية الخرائط والإشارات، مما يتيح للطفل اكتشاف وإنشاء مسارات جديدة من خلال مجموعات المتحف، و قد أدى دمج التقنيات المختلفة إلى جعل تجربة زيارة المتحف أكثر جاذبية وتسلية.

و قد اسُتخدمت خدمة Navizon وهي شركة توفر تقنية رسم الخرائط الداخلية، تعطي تنبيهات للطفل عند وجود عمل فني مميز على تطبيق ArtLens في مكان قريب، يمكن للطفل بعد ذلك مسح العمل الفن المميز ضوئيًا لتعميق فهمهم وتفسيرهم لمحيطهم.

شكل (٨) تطبيق آرت لينس ARTLENS يستخدم تكنولوجيا الواقع المعزز للتعرف على مجموعة من القطع الفنية ويهدف إلى احترام تفضيلات زوار المتحف وفقًا لاهتماماتهم، متحف كليفلاند للفنون Cleveland Museum Of Art

يُعتبر تطبيق آرت لينس ArtLens كتالوج ديناميكي لكل عمل فني معروض في المتحف، يقدم اسمه وتاريخه ووسيطه والتعليمات ومقاطع الفيديو و بعض من الرسومات التوضيحية التفاعلية، كما يتم تحديثه باستمرار في الوقت الفعلي لذلك فهو دقيق دائمًا، فإذا ما تم ضم شيئاً ما أو نقله أو طرحه وما إلى ذلك فسيتم تحديثه في تطبيق آرت لينس ArtLens، كما يهدف التطبيق أيضًا إلى أن يكون الخيار الأول لتحديد الطريق للطفل خلال الزيارة المتحفية بدلاً من الخرائط الورقية التقليدية.

يرجع النجاح الملحوظ لتطبيق آرت لينس ArtLens إلى سببين رئيسيين:

- **جمع مطورو البرامج جميع ملاحظات الزائرين و مكونات التطبيق وفقًا لذلك**

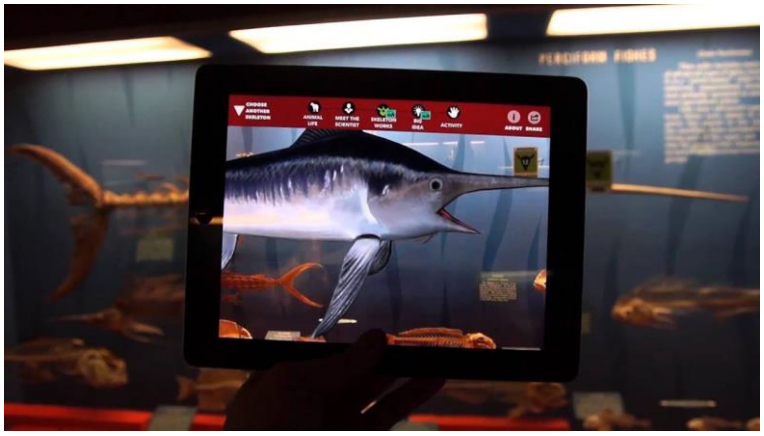
تم تصميم تطبيق آرت لينس ArtLens لتلبية احتياجات زوار المتحف بشكل أفضل، وفي الوقت نفسه كان احدي مهام فريق عمل تطوير وظائف البرنامج في البحث عن متطلبات الجمهور في متحف كليفلاند للفنون في الوقت الفعلي وأجراء مقابلات مع الزوار للحصول على تعليقات، وفقًا لذلك تم تصميم تطبيق آرت لينس ArtLens لتلبية احتياجات زوار المتحف بشكل أفضل.

- **تكامل أساليب الاتصال المتنوعة على مستوى المتحف**

لقد عمل متحف كليفلاند للفنون علي دمج الفنون ومشاركة الجمهور بالعروض التقديمية والتقنيات الحديثة مثل تقنية الواقع المعزز، يقوم المتحف بتجربة الأفكار الإبداعية من خلال دمج وتنفيذ التقنيات الناشئة، وكذلك إنشاء نظام ناضج لاختبار وتنفيذ وفحص تأثيرات جميع التطبيقات الجديدة، لقد أكد التكامل المؤسسي كفاءة الاتصال بالمتحف وأدى إلى النجاح النهائي لمجموعة متنوعة من تطبيقات تكنولوجيا المتاحف.

تطبيقـــــــــــات الواقع المعزز في متاحف التاريخ الطبيعي Natural History Museums

على الرغم من أن المتاحف العلمية كانت على نحو تقليدي في طليعتها إلي أنها اتجهت في الآونة الأخيرة إلي دمج التكنولوجيا، تستخدم متاحف التاريخ الطبيعي والعلوم والتكنولوجيا أيضًا تكنولوجيا الهاتف المحمول الجديدة لجذب الاطفال وإشراكهم، توفر تطبيقات الواقع المعزز فرصًا رائعة لهذه الأنواع من المتاحف لإحياء الأعمال الثابتة وإثارة خيال الطفل.



شكل (9) تطبيقSkins & Bones
متحف سميثسونيان الوطني للتاريخ الطبيعي.The Smithsonian National Museum of Natural History

يهدف تطبيق Skins & Bones إلى مشاركة قصص غير مروية عن مجموعات المتحف الأكثر شهرة، من خلال حمل كاميرا الهاتف ومسح العينات المميزة ببساطة، يمكن للطفل رؤية الهياكل العظمية للعينات وهي تأتي إلى الحياة.
https://www.youtube.com/watch?v=7agVb4IG16M

يُعد تطبيق Skins & Bones الذي صممه المتحف الوطني للتاريخ الطبيعي التابع لمؤسسة سميثسونيان Smithsonian مثالًا رائعًا على استخدام تطبيق الواقع المعزز للتفاعل المتحفي وكأداة تعليمية فعالة.

تم إطلاق التطبيق في يناير ٢٠١٥ وتم تطويره لمعرض يسمى قاعة العظام Bone Hall، يهدف التطبيق إلى مشاركة قصص غير مروية عن أكثر مجموعات المتحف شهرة.

من خلال حمل كاميرا الهاتف الذكي ومسح العينات المميزة و ببساطة يمكن للطفل رؤية الهياكل العظمية للعينات وهي تأتي إلى الحياة مرة أخرى كما لو أنها توجد في الواقع فعلياً، كما أن التطبيق أصبح في الإمكانية تنزيله مجانًا على iOS، بمنحة من Booz Allen Hamilton.[١]

تم عمل النمذجة ثلاثية الأبعاد للعينات المميزة في المتحف، وتم تطوير الرسوم المتحركة ودعمها من قبل معهد فرجينيا بوليتكنيك Virginia Polytechnic وجامعة الولاية، كان الغرض من تطوير تطبيق Skin & Bones هو جعل الحصول علي معلومات المعرض أكثر سهولة بحيث تكون زيارة المتحف أكثر متعة ولا تُنسى، كما انه فتح المجال أمام بعض القصص الغنية التي يمكن أن تخبرنا عنها هذه الهياكل العظمية وبالتالي زيادة وقت إمعان النظر إلي المعروضات والتي كانت من قبل تصل إلي ١:٣٤ دقيقة بحد اقصي، و يمكننا القول بأن ذلك التطبيق المدعم بالرسوم التفاعلية قد عمل علي تعزيز و توجيه تجربة الطفل.

فقد تلقى المتحف ردود فعل متعمقة من أولئك الذين استخدموه، فكانت ردود المستخدمين إيجابية بشكل كبير، وزاد متوسط وقت مكوث الطفل في قاعة Bone Hall من ١:٣٤ دقيقة إلى ١٤:٠٠ دقيقة فهي تعتبر زيادة بنسبة ١٠٠٠٪.

متحف تشانغجيانغ الحضاري The Changjiang Civilization Museum

افتتح متحف تشانغجيانغ الحضاري في ووهان بالصين في عام ٢٠١٥ ويركز على إيكولوجيا[٢] وحضارة نهر اليانغتسى و الأنهار الرئيسية الأخرى في العالم، يمكن اعتباره متحفًا كبيرًا حيث يضم أكثر من ٨٠٠٠ قطعة من ثقافات مختلفة، التي تم تنظيمها في ثلاثة معارض دائمة تصور الحضارة في نهر اليانغتسي، بالإضافة إلى قاعة نهر اليانغتسي مع ٩١٤١ قطعة عرض في المجموع، إن الرسالة التي يعتمد المتحف إيصالها هي رسالة أمل في التعايش السلمي بين الإنسان والطبيعة، كما إن المتحف مجهز بوسائط رقمية عالية مجهزة بأحدث التقنيات.

شكل (10) متحف حضـــــــارة تشـــــانغجيانغ ، ووهان، الصين | متـــــاحف مائية
China | Water Museums ،Wuhan ،The Changjiang Civilization Museum

يعمل المتحف في الداخل علي دمج رحلة تفاعلية بعنوان رحلة يانغتسي السحرية (رحلة رباعية الأبعاد 4D)، وهي جولة خلال نفق، تعتمد علي تجربة حسية رباعية الأبعاد 4D في جولة مدتها عشر دقائق بناءً على المناظر الطبيعية لنهر يانغتسي.

و لم يقتصر المتحف علي الرحلات رباعية الأبعاد 4D فقط، ولكن أيضًا احتوي علي تقنيات وأدوات وسائط رقمية أخرى و علي سبيل المثال:

- مسرح القبة و هو عبارة عن تجربة غامرة متعددة الحواس تعتمد علي تكنولوجيا الواقع الافتراضي علي جهاز مثبت على الرأس تعتمد غالبية العروض الرقمية علي التركيبات متعددة الحسية شكل (11).
- تجارب الواقع المعزز.
- شاشات العروض الرقمية و الحجرات التفاعلية.
- شاشة رقمية ٣٦٠ درجة.
- إسقاطات رقمية تفاعلية ٣٦٠ درجة و منها إسقاطات علي الأرضيات و الحوائط و الطاولات.
- الجدران و الطاولات التفاعلية التي تعمل باللمس.
- جدار تفاعلي مع حركة تحكم في الإيماءات لشخصيات ثنائية 2D أو ثلاثية الأبعاد 3D.

- تقنية الهولوغرام.
- استخدام رموز الاستجابة السريعة QR للوصول إلى المعلومات الرقمية وغيرها من الرموز و الإشارات المرئية.

الشكل (١١) الأطفال الذين يختبرون الإسقاط التفاعلي للأرضية Floor Interactive Projection يسار والإسقاط التفاعلي الكامل Full Immersive Vrيمين، في متحف تشانغجيانغ للحضارة Changjiang Civilization Museum، ووهان Wuhan، الصين China

أن التكنولوجيا الرقمية التفاعلية في هذا المتحف تدعم أو تقدم تقنيات سرد القصصي للمحتوى المثير المعزز بالرسوم العلمية التفاعلية و التي تندمج ضمن الأوصاف والتعليقات الصوتية، أضافة إلي الخوض و القيام بالتجربة في شكل لعب ترفيهي خلال بيئات خيالية و الواقعية المدعمة بتجارب غامرة وتفاعلية متعددة الحواس.

في هذا المتحف تم تصميم التكنولوجيا الرقمية التفاعلية بشكل رئيسي لجذب الطفل بشكل أفضل أثناء الزيارة وإشراكهم في تجربة المتحف من خلال شرح و توصيل أفضل حول بيانات أو محتويات محددة ولكن أيضاً السماح بالوصول إلى محتويات غير قابلة للوصول، توفير إمكانية الوصول إلى مواد تفسيرية إضافية، ومعلومات إضافية لتعزيز تجربة المتحف وتوفير إمكانية تبادل الخبرات بين الزوار.

متحف ووترلايـــن. بونيـــك. بهـــولندا
The Netherlands ،The Waterline Museum. Bunnik

تركز القصة الرئيسية للمتحف على الخط المائي الهولندي الجديد الذي بني بين عامي ١٨١٥ و ١٩٣٩، تم تصميم معرض المياه القوية Strong Water بما يتماشى مع فلسفة المتحف تم تنظيمه في ثلاثة أجزاء، "متى، الآن وأنا أفعل when، now and I do" حيث يقدم مزيجاً من التعليم والترفيه.

الجزء الأول عندما When: يتعلق الأمر بمعلومات عن الماضي، كما يقدم الجزء الثاني من المتحف الآن Now: معلومات عن الحاضر، و أما الجزء الأخير، أنا افعل I do: يهتم بمشاركة الطفل التفاعلية، حيث يحدد نهج هجين للتراث المادي وغير المادي في الأماكن الداخلية والخارجية والذي يهدف إلى ربط الثقافة والطبيعة والتعليم والترفيه وربط الطفل بالطبيعة شكل (١٢).

على الرغم من أن مقتنيات المتحف (القطع الأثرية والمباني) هي مركزية المتحف، فإن الأطفال مدعوون أيضاً للمشاركة في مواقف تفاعلية مصممة تركز على التجربة المتحفية، وهنا فإن استخدام الوسائط الرقمية يدمج البيئة الخارجية في الواقع الافتراضي ويُبقي على الطفل متصلاً بالمكان، فالطفل يختبر قفزة المظلة باستخدام جهاز متعدد الحواس خلال واقع افتراضي غامر (باستخدام جهاز محمول على الرأس و الجلوس علي أحد الكراسي المتحركة) (انظر شكل (١٢) - يمين) - هناك

ارتفاع افتراضي عبر نافذة المتحف إلى ارتفاعات كبيرة وسقوط محاكي يمكن للطفل خلاله استعراض خط الماء بالكامل أثناء سماع شرح صوتي ومحاكاة صوت الرياح والطيور.

الشكل (١٢) متحف ووترلاين Waterline Museum، هولندا Netherlands الجسر الخارجي للوصول إلى فورت بيج فيشتن Fort bij Vechten إلى اليسار
يميناً الزوار من مختلف الأعمار وتجربة الواقع الافتراضي الغامر الكامل في معرض "المياه القوية Strong Water "

التكنولوجيا الرقمية والأدوات التي يتم دمجها في تجارب المتحف في الداخل هي تجارب الواقع المختلط من خلال جهاز محمول على الرأس (نظارات)، أو الشاشات تفاعلية و الحجرات التفاعلية و الجدران التفاعلية، و شاشات تفاعلية تعمل باللمس علي هيئة طاولات، والرموز و الإشارات البصرية للوصول إلى المعلومات الرقمية.
بشكل رئيسي تم تصميم الوسائط الرقمية التفاعلية في هذا المتحف من أجل تقديم المحتوى الذي يتعذر الوصول إليه بطريقة أو بأخرى، والمواد التفسيرية الإضافية، و في نفس الوقت توفير المعلومات التي تعزز تجربة المتحف و تعزز دمج التجارب العاطفية التي ترتبط بذاكرة الطفل، حيث أن الوسائط الرقمية التفاعلية في هذا المتحف ذات قيمة عالية وجزءًا حيويًا من هوية المتحف، حيث يتم الاستعانة بالرسوم العلمية التفاعلية و التكنولوجيا الرقمية التفاعلية لتقديم الأوصاف والتعليقات التوضيحية في شكل رواية قصصية (السرد) في بيئات خيالية و أيضاً خلال البيئات الواقعية.

شكل (١٣) معرض "عندما ، الآن وأنا أفعل now and I do، when" مع العناصر التفاعلية / بتقنية الإسقاط على الطاولة داخل متحف ووترلاين Waterline Museum الأطفال يلعبون خلال سطح مرن تفاعلي يوضح الارتفاعات و الانخفاضات الجغرافيا (يميناً)- سطح تفاعلي من الأنهار والبحيرات في متحف الحضارة تشانغجيانغ (يساراً)

و من خلال ما سبق نجد أن في كلا المتحفين هنالك هدف واضح لتصميم تجربة الطفل بصفتها عملية تعليمية ممتعة، فإن الغرض الرئيسي من استخدام الوسائط الرقمية في المتحف التي يحددها ويشترك فيها كل منهما هو السماح بالوصول إلى محتويات يصعب الوصول إليها مع إتاحة إمكانية الحصول على مواد تفسيرية إضافية وتقديم معلومات إضافية لتحسين تجربة المتحف.

من خلال ملاحظة العديد من المتاحف العلمية التفاعلية و التي تستهدف الطفل تبين أن المتاحف الرقمية التفاعلية ذات الصلة بالألعاب هي الأكثر جاذبية للأطفال، تأتي التقنيات وتذهب ولكن تظل بعض المبادئ ثابتة الطريقة التي تعمل بها عقولنا، والرغبة في الاستكشاف، والبهجة التي نحصل عليها من المفاجأة الجديدة وغريزتنا للعب، قد تتوقف العديد من التقنيات عن الوجود لكن الأفكار الكامنة وراء خلق تجارب ذكية ومسلية ستبقى كما هي.

و من هنا و من خلال عرض ما سبق يمكننا القول بأن ما كان يعد درباً من دروب الخيال أصبح بإمكانه التحقق من خلال الأبحاث و التطورات العلمية المتلاحقة .... فكان من الضروري لنا الاستفادة منه في تنمية مداركات و تطلعات جيل المستقبل.

توصيات البحث

- الإهتمام بنشرثقافة التعلم المتحفي بين الاطفال بمختلف الفئات العمرية وذلك من خلال توظيف الرسوم التفاعلية في تصميم أساليب العرض المتحفي لتفعيل نظم التعلم البصري.
- تعزيز دمج إمكانيات التقنيات التكنولوجيا المستحدثة في خلق تجربة تفاعلية متحفية فعالة موجهه للطفل
- مراعاة توافق الرسوم مع التكنولوجيا المستخدمة خلال العروض التفاعلية والتأكد من تكاملها مع بعضها ومع بيئة المتحف التفاعلية.
- الاهتمام بتحقيق التكامل بين الجانب الجمالي والجانب الوظيفي للعروض التفاعلية المتحفية.
- الحرص علي التكامل و الدمج بين بيئة المتحف الحقيقية و تكنولوجيا العروض التفاعلية.

نتائج البحث

- تلعب الرسوم العلمية و المؤثرات البصرية و الحركية أهمية كبيرة في تشكيل محتوي بصري تفاعلي قادر على تبسيط الحقائق العلمية المعقدة .
- تسهم دراسة الجوانب الإدراكية والفسيولوجية في تلبية احتياجات الطفل بما يحقق الإشباع المعرفي .
- أن التوظيف الجيد للرسوم العلمية التفاعلية يسهم في خلق تجربة تفاعلية ممتعة يحقق الجانب الجمالي و الابعاد الوظيفية المطلوبة.
- التوظيف الجيد لرسوم الواجهه التفاعلية و مراعاة توافقها مع عناصر تكنولوجيا الواقع المعزز المضافة للبيئة الواقعية أثناء المحاكاة يحقق الفاعلية لأساليب العرض التفاعلية المتحفية .
- تدعم امكانية تخصيص التجربة المتحفية إحساس الطفل بالخصوصية طبقا لإهتمامات و فئة الطفل العمرية مما يعزز الاتصال التعليمي المتحفي الفعال.

المراجع

أولاً: المراجع العربية

- ليلى سعيد سويلم الجهني (٢٠١٨).تصميم المواد البصرية: تقنيات وتطبيقات. العبيكان للنشر. ص ٤٤.
- laylaa saeid suaylim aljihni (2018). tasmim almawad albasaria: tiqniaat w tatbiqati. aleabikan lilnashr. P44.
- فتحي حسين عامر (٢٠١٢). علم النفس الإعلامي. العربية للنشر و التوزيع. ص ١٥٤.
- fathi husayn eamir (2012). eilm alnafs al'iielamii. alearabia lilnashr w altawziei. P154.

ثانياً: المراجع الأجنبية

- Akcayir, G., & Demmans Epp, C. (Eds.). (2020). Designing, Deploying, and Evaluating Virtual and Augmented Reality in Education. IGI Global. P223.
- Chai, J. Y., Hong, P., & Zhou, M. X. (2004, January). A probabilistic approach to reference resolution in multimodal user interfaces. In Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces (pp. 70-77).
- De Almeida, P., & Yokoi, S. (2003). Interactive Character as a Virtual Tour Guide to an Online Museum Exhibition. P6
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2008). Strategies of qualitative inquiry (Vol. 2). Sage. P130
- Galeazzi, F., Di Giuseppantonio Di Franco, P., & Matthews, J. L. (2015). Comparing 2D pictures with 3D replicas for the digital preservation and analysis of tangible heritage. Museum management and curatorship, 30(5), 462-483. P 3
- Grana, C., & Cucchiara, R. (Eds.). (2012). Multimedia for Cultural Heritage: First International Workshop, MM4CH 2011, Modena, Italy, May 3, 2011, Revised Selected Papers (Vol. 247). Springer. P 41,42.
- Guazzaroni, G., & Pillai, A. S. (Eds.). (2019). Virtual and augmented reality in Education, Art, and Museums. IGI Global.P.355,356,357
- Taketa, N., Hayashi, K., Kato, H., & Noshida, S. (2007, July). Virtual pop-up book based on augmented reality. In Symposium on human interface and the management of information (pp. 475-484). Springer, Berlin, Heidelberg. P 476

ثالثاً: مراجع الصور

- https://www.youtube.com/watch?v=Rs_O-yuYlNw
- https://www.youtube.com/watch?v=UVwnulp941Q&t=1s
- https://www.youtube.com/watch?v=qWJqd6lyJ-E&t=56s
- https://www.youtube.com/watch?v=xh7KIRO4cHg
- https://www.youtube.com/watch?v=PKJLbi-vzIc
- https://www.youtube.com/watch?v=7agVb4IG16M

تاريخ الاسترداد ٢٠٢٢/٣/١٧ ــ الساعة ٣

بوز ألين هاميلتون Booz Allen Hamilton: شركة بوز ألين هاميلتون القابضة هي الشركة الأم لشركة بوز ألين هاميلتون.، وهي شركة استشارية أمريكية في مجال الإدارة وتكنولوجيا المعلومات ومقرها في ماكلين، فيرجينيا، في واشنطن العاصمة، مع ٨٠ مكتبًا آخر حول العالم.

الإيكولوجيا أو علم البيئة (Ecology): هو فرع من فروع علم الأحياء الذي يدرس التفاعلات بين الكائنات الحية وبيئتها الفيزيائية الحيوية، والتي تشمل كلا من الكائنات الحية والمكونات غير الحية. تشمل الموضوعات ذات الأهمية التنوع البيولوجي والتوزيع والكتلة الحيوية ومجموعات الكائنات الحية، وكذلك التعاون والمنافسة داخل الأنواع وفيما بينها.