علم الروبوت ....

ودوره في العملية التعليمية

اسماعيل ياسين
مدير المركز الوطني للروبوت التعليمي (نسر)

المحتويات :

مقدمة	3
الروبوت في التعليم	6
تاريخ الروبوتات	9
كيف يمكن الاستفادة من علم الروبوت في التعليم	11
الاهداف التربوية التي يحققها معمل الروبوت التعليمي	12
علم الروبوت والمواصفات القياسية للعلوم والرياضيات	22
المراجع	42

مقدمة :

لماذا علم الروبوت؟

أثبتت العديد من الدراسات أن الطلبة يتعلمون أكثر أثناء إنهماكهم في العملية التعليمية. إن الروبوتات التي تبدوا وكأنها تصنع قراراتها من تلقاء نفسها بطريقة *سحرية (على الأقل هذا ما يظنه بعض الطلبة قبل معرفتهم عن البرمجة والحساسات)* تأسر االطلبة وتفتنهم، ولهذا ينشغلون بها.

هدفنا أن يتشجع الطلبة على التعلم الذاتي، حيث تثار لديهم الرغبة ليفهم كيف ولماذا تعمل بعض الأشياء. فتزيد رغبتهم في التعلم أكثر من الطالبة الذين فُرضت عليه دراسة بعض المواد لأن المدرس قد أشاد بأهميتها. إن رغبة الطالب في الفهم والتنافس تحرضه على حب التعلم. فعند قيام الطلبة بتصميم وبناء وبرمجة روبوت ذاتي الحركة يتم تعريضهم إلى المفاهيم الرياضية المتقدمة والعلمية والتقنية. فبدلا من تدريس هذه المفاهيم الأكاديمية بشكل جامد، يتعلمونها على الواقع، ويكون مطلوبا منهم تطبيقها لعدة مرات . فيجمع الطلاب بين ما يعرفونه وما يتعلمونه، ويسهل إعادة بناء المعرفة لديهم عند استحضارهم لها بعد أشهر أو سنوات. إن الروبوتات جميلة ويحبها الأطفال!

إن علم الروبوت هو المتمّم الأول للتعليم في عصرنا هذا. حيث يمكن استخدامها لعرض المميزات الميكانيكية وتحويل الواحدات والنسب والتناسب والتقدم العلمي والتصميم الهندسي والأجهزة والتوازن والجبر والهندسة ومبادئ الإلكترونيات والبرمجة... الخ.

فكلما استطاع الطلاب الربط بين الأشياء، أمكنهم تنمية معرفتهم وزاد فهمهم للكيفية التي يتحكم فيها العِلم والتقانة في العالم الذي يعيشون فيه. وتُقدَّم جميع المفاهيم الأكاديمية إلى الطلاب من خلال أنشطة استكشافية مبنية على إعمال اليد والفكر يسهل على الطلاب فهمها.

لا يحتاج العالَم لمليون مختص في علم الروبوت. لكنه يحتاج إلى جيل كفء رياضياً ومتعلم تقنياً لحل المشاكل التي قد تواجه البشرية مستقبلاً.

يجب علينا ان نتفق جميعا اننا لا نقوم بتدريس علم الروبوت لتخريج مختصين بعلم الروبوت، بل لنساعد الأطفال على فهم التصميم الهندسي والعالم الرقمي الذي ينتمون إليه. يمكن لأستاذ الرياضيات أن يستخدم علم الروبوت ليمرّن الطلاب على الأرقام العشرية والكسور والقياسات العملية والهندسة أو النسبة والتناسب. كذلك يمكن لأستاذ العلوم أن يستخدم علم الروبوت لشرح أي من المفاهيم العلمية التالية: النظام والترتيب والتنظيم والدليل والأمثلة وشرح كل من: الثبات والتغير والقياسات والتوازن أو علاقة الشكل بالوظيفة.

تدرّس جميع هذه المفاهيم في مختبر (معمل) الروبوت باستخدام وحدات مبنية على الاستعلام حيث يجمع الطلاب البيانات ويفحصونها ويلخصون نتائجهم. يربط أستاذ التقنيات المفهومين العلمي و الرياضي و يركز على التصميم الهندسي أو التحكم الرقمي. التدريس هو حرفة و على المعلم ان يستخدم مقدرته وكل المصادر المتاحة لشرح المفاهيم التي يريد تعليمها وعلم الروبوت يشكل احد هذه المصادر المهمة للمعلم . حيث تضاف قيمة علم الروبوت إلى خبرة التدريس التي يعطيها المدرسون لصفوفهم. إن التطور المستمر لعلوم الروبوت يعطي المعلمين الفرصة لتقديم ما هو مقنع في بداية التطوير التقني. وبتقديم هذه المفاهيم لطلابكم، تزيد معرفتهم التقنية وتزيد كفائتهم في سوق العمل .

التعليم العصري :

يعمل المهتمون في مجال التربية والتعليم على ايجاد وتوفير أساليب واستراتيجيات تعليم جديدة ومميزة ونوعية في سبيل الإرتقاء والوصول إلى أفضل النتائج في أداء وتحصيل الطلبة وإعدادهم لأسواق العمل المحلية والعالمية ، وقد ساعدت التقنيات الحديثة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، على ايجاد استراتيجيات وطرق واساليب من شأنها رفع مستوى الطلبة الاكاديمي وتحسين ادائهم الدراسي بالاضافة الىتنمية مهارات التفكير لديهم .

ومن جهةٍ أخرى ساهم التطور الكبيرفي مجال المعدّات والأجهزة التقنية إلى إعادة النظر في بعض النظريات والأساليب القديمة ، فمشكلة الحفظ والتذكّر مثلاً لم تعُد همّاً كبيراً في الكثير من المواد، واستبدلت بالتفكير وأساليبه وآليات تنميته. ومشكلة البحث والحصول على المعلومة لم تعد عائقاً، إذ تمّ توفير الكثير من الأساليب التقنية التي تساعد على الوصول إلى المعلومة بسرعة ودقة وشمولية . ويقاس على هذه الأمثلة الكثير من المواضيع التي تأثرت بالتطورات الهائلة والسريعة للتكنولوجيا ولم يعد حجم المعرفة وكميتها الامر المهم في الذكاء ولكن مقدرتنا على ايجاد واستخدام الطرق التي نتوصل فيها الى حلول للمشكلات هي ما اصبح يميز الجيل الجديد .

وتعدد التغير والتنوع ليشمل كافة عناصر العملية التعليمة ابتدءً من شكل المدرسة مروراً بالطالب والمواد الدراسية وآلية عرضها انتهاء بالمعلم الذي يعد مفتاح العملية التعليمية. و تغير نمط التعليم ليتمركز ويتمحور أكثرحول الطالب بعد أن كان المعلم هومحور العملية التعليمية، كما تعددت مصادر المعرفة بعد أن كان الكتاب المدرسي والمعلم هما المصدران الوحيدان للمعلومات والمعرفة.وتعددت وتنوعت التقنيات التي تستخدم لايصال الفكرة بعد ان كانت السبورة والطبشورة والورق هي المصادر الاساسية .

الروبوتات في التعليم أو الروبوت التعليمي

المفهوم والنشأة :

الأنسالة، الانسان الآلي ، الرابوط (الروبوت) جميعها تعني شيىء واحد وهو عبارة عن أداة ميكانيكية قادرة على القيام بفعاليات (مهام)مبر مجة سلفاً، ويقوم الروبوت بإنجاز تلك الفعاليات إما بإيعاز وسيطرة مباشرة من الإنسان أو بإيعاز من برامج حاسوبية، والفعاليات التي تبرمج الأنسالة على أداءها عادة تكون فعاليات شاقة أو خطيرة مثل البحث عن الألغام والفضاء الخارجي وتنظيف الفضلات الناتجة في المفاعلات النووية.

تم تقديم كلمة روبوت لأول مرة في مسرحية الكاتب المسرحي التشيكي كارل كابك عام 1920 .و كان عنوان المسرحية وقتها رجال آليون عالميون . وهي تعني في اللغة التشيكية "العمل الشاق" رغم أن كارل هو أول من استعمل هذه الكلمة، لكن ليس من اخترعها، بل أخوه جوزيف الذي اشتقها ،كمساعدة منه لأخيه، من الكلمة التشيكية "Robota" والتي تعني السُخرة أو العمل الجبري . من هذا التاريخ بدأت هذه الكلمة تنتشر في الكتب و أفلام الخيال العلمي الأولى التي أعطت فكرة و تصور علمي عن هؤلاء الرجال الآليون الذين سيغزون العالم. و أعطت أفق كبير ووعود عظيمة للإنسان الأعجوبة الذي سيتدخل في أمور كثيرة و أهمها الصناعة .

وضعت الكثير من الدراسات و التوقعات عن هذا الإنسان الآلي والتي فشلت فيما بعد . و لكن بعد الكثير من وضع التصاميم الجيدة و الانتباه الجاد إلى الكثير من التفصيلات و الأمور الدقيقة ، نجح المهندسون في تقديم أنظمة آلية متنوعة للكثير من الصناعات المتوقعة في المستقبل القريب . و اليوم و بسبب التطور الهائل للحواسيب و الذكاء الإصطناعي و التقنيات و الهوس في تطوير البرامج الفضائية فنحن على حافة إنجاز كبير آخر في مجال علوم تصميم الأنسالات . إذ أن الأنسالة هو مناول قابل للبرمجة ثانيةً و يستطيع القيام بمهام عديدة و يخصص لتحريك مواد ، أجزاء ،و أدوات أو ماكينات معينة عبر حركات مختلفة البرمجة لأداء عدد من المهام.

يمكن أن نرجع جذور الروبوت الحديث ، إلى أجهزة آلية اخترعت في الماضي البعيد و أطلق عليها "الآلات ذاتية الحركة". ففي طيبة في عهد قدماء المصريين حوالي عام 1500 قبل الميلاد كان يوجد تمثال للملك ممنون يصدر أصواتاً جميلة في الصباح. و في اليونان - في القرن الرابع ق.م. - اخترع أركيتاس عالم الرياضيات ، حمامة آلية يمكنها الطيران. و في القرن الثالث قبل الميلاد ، اخترع ستيسيبيوس العديد من الأجهزة الآلية و منها آلة موسيقية تشبه الأرغن تعمل بالمياه و ساعة مائية. و لم تكن هذه أول ساعة مائية في التاريخ ، فقد عرفها القدماء المصريون ، و لكن تميزت ساعة ستيسيبيوس بأنها مزودة بجهاز يجعل مستوى المياه ثابتاً ، و هي تعمل بنفس طريقة الغرفة العائمة في كاربريتور السيارة الحديثة.

وكان هيرون الأسكندري الذي عاش حوالي 150 ميلادي مخترعاً فذاً. فقد اخترع آلات تعمل بتدفق المياه ، و بالثقل و حتى بالبخار ، و من أهم اختراعاته آلة aeolipile التي تعتبر الشكل الأول للتوربين الذي يدار بقوة البخار ، كما صمم أيضاً آلة ميكانيكية توزع المياه المقدسة ، و طائراً آليا يمكنه الطيران و الشرب و الغناء ، و مسرحاً آلياً ، و تمثال هرقل و هو يصارع التنين و الذي يمكنه تحريكه بتدفق المياه داخله. و شرح هيرون الاسكندري معظم هذه الأجهزة الآلية في كتابه automatopoietica و عبر القرون التالية ، ظهرت مخترعات رائعة في الشرق الأقصى و الأوسط ، في الصين ، و في الهند و في اليابان و في الجزيرة العربية. و في كتاب رسالة الجزاري الذي يتضمن سرداً للأجهزة الآلية التي اخترعها العرب - وصفاً لأحد هذه الأجهزة و التي أطلق عليها نافورة الطاووس التي كانت تستخدم لغسل الأيدي ، فتقدم المياه و الصابون و المنشفة آلياً.

في أوروبا في القرون الوسطى ، اهتم الفيلسوفان ألبرت فاجنوس و روجر باكون إهتماماً كبيراً بالآلات ذاتية الحركة ، بل و صنعا البعض منها. و أدى اختراع الساعة الآلية في أواخر القرن الثالث عشر ، إلى إمداد الآلات الذاتية الحركة بالقوة الميكانيكية اللازمة لها، و هكذا أمكن اختراع الساعةالتي تدق الأجراس لتعلن الوقت. في القرن الثامن عشر ، أنتج صناع اللعب عدداً كبيراً من الآلات ذاتية الحركة و التي كانت على شكل الإنسان و يمكنها الكلام و عزف الموسيقى و الكتابة و حتى لعب الشطرنج. و من أشهر المخترعين لهذه اللعب رجل فرنسي اسمه جاك دي فوكاسون الذي صمم نولا نسيجياً آليا (ذاتي الحركة) و في عام 1801 استخدم هذا التصميم

مخترع فرنسي آخر يدعى جوزيف ماري جاكار ، لينتج نولاً للنسيج يعمل بتحكم مجموعة من البطاقات المثقبة. في القرن الثامن عشر استخدم جهازين آليين آخرين ، تطبيقاً لمبدأ التغذية الراجعة back feed التي تعتبر شرطاً أساسياً لنظم الرقابة الآلية ذاتية التغذية (أوتوماتيكية). و هذان الجهازان الآليان هما مروحة الطاحونة الهوائيةالتي تبقي الريش متجهة نحو الريح و من ثم تستمر الطاحونة الهوائية في الدوران ، أما الجهاز الثاني فكان المنظم و المتحكم الآلي للمحرك البخاري و هو الذي يجعله مستمراً في الدوران بسرعة ثابتة.

لقد كان هدف العلماء إختراع أنسالة تستطيع القيام بالأعمال التي يؤديها الإنسان البشري ، و بالتالي احلاله محل الإنسان في وظائف معينة و خاصة في مجال الصناعة. و يتكون الروبوت من نظم الكترونية و أجهزة حساسة تناظر الجهاز العصبي و أعضاء الحس للإنسان البشري. و للروبوت أيضاً عقل الكتروني هو عبارة عن حاسبة الكترونية و بتطور استخدام الشرائح الألكترونية في الحاسبة سيصبح من الممكن تجهيز الروبوت بعقل الكتروني بالغ القوة ، و من ثم برمجته ليكون قادراً على أداء العمليات المعقدة. و في الواقع أن تطور هذا العقل الألكتروني قد فاق النظم الأخرى من أجهزة الروبوت ، و أصبح ذا كفاءة عالية في التشغيل. إن التخاطب مع الروبوت أمر صعب ، و لا بد من استخدام إحدى لغات الحاسبة الإلكترونية ، يستفيد علماء الروبوت في تجاربهم من دراسة أوجه التشابه بين نظم الإتصال و التحكم في الإنسان البشري و نظيرها في الآلة. و يعرف هذا الفرع من العلم بإسم السايبرناتيكا cybernetics ، و قد اشتق هذه الكلمة لأول مرة العالم الرياضي الأمريكي نوربرت فاينر في كتاب نشر له عام 1948. فعندما يطلبُ صناعة روبوت شبيه بالإنسان العادي فإنه يمكن توظيف قواعد الالكترونيات البيولوجية biological electronics (نبضات مصدرها عضوي حيوي). و باختصار بيونيك bionics مثلا تستخدم أذرع و أيدي صناعية و لكنها حساسة و تستجيب في حركتها إلى النبضات الكهربائية الدقيقة و التي تنشأ عن عضلات الجسم البشري العادية و كذلك أيضاً الأجزاء غير المتحركة مثل العيون البلاستيكية و الشرايين الصناعية و مفاصل الورك المصنوعة من المعدن أو الخزف.

و يعكف العلماء على اختراع المزيد من الأطراف و الأجزاء الصناعية التعويضية للجسم البشري مثل ضابطة النبض التي تعمل بالنظائر المشعة و تستخدم في تقوية القلب البشري. و إذا ضعف قلب الإنسان أو كليته أمكن استبدالهما من زرع أعضاء جديدة في شخص آخر يتبرع بهما. و ربما في المستقبل القريب ، يمكن زرع قلوب صناعية كاملة لمن يحتاجها من المرضى بالقلب. و يتنبأ العلماء بأنه في نهاية القرن الواحد و العشرين سيصبح من الممكن إستبدال كافة أجزاء الجسم البشري بأخرى صناعية ، و ربما يؤدي هذا إلى وجود شخص ذي جزء آدمي و آخر آلي، مثل الرجل

الألكتروبيولوجي bionic man بطل المسلسل التلفزيوني الشهير رجل الستة ملايين دولار و هو إنسان مختلط أعيد بناء جسمه من بقايا جسم رائد فضاء يحتضر بعد تحطم سفينته أثناء عودتها لكوكب الأرض ، و أمكن بإستبدال أجزاء من جسمه بأخرى صناعية أن يقوم بأعمال خارقة.

ويمكن مقارنة أجزاء و نظم الروبوت بمثيلاتها في الجسم البشري ، فالأذن و الصوت البشري تستبدلان بميكرفون يحول موجات الصوت إلى نبضات كهربائية بينما يقوم مكبر صوت آخر بالعملية العكسية. و تقوم خلية كهروضوئية أو كاميرا تلفزيونية بتحويل موجات الضوء إلى نبضات كهربائية و هي في هذا بديلة عن العين البشرية. و النبضات الكهربائية التي تصدر عن الميكروفون أو الكاميرا التلفزيونية في الروبوت ، تشبه الإشارات و النبضات التي تتدفق خلال الجهاز العصبي للإنسان ، و هي تنقل في الروبوت بواسطة أسلاك من النحاس أو الدوائر الكهربائية المطبوعة على صفيحة السليكون ، و بدلاً من الأوعية الدموية في الإنسان فإن الروبوت يحتوي على شبكة من الأنابيب تحتوي على سوائل لها قوة ضغط معينة حيث يتحرك الروبوت عن طريق الضغط الهيدروليكي لهذه السوائل.

تاريخ الروبوتات التعليمية

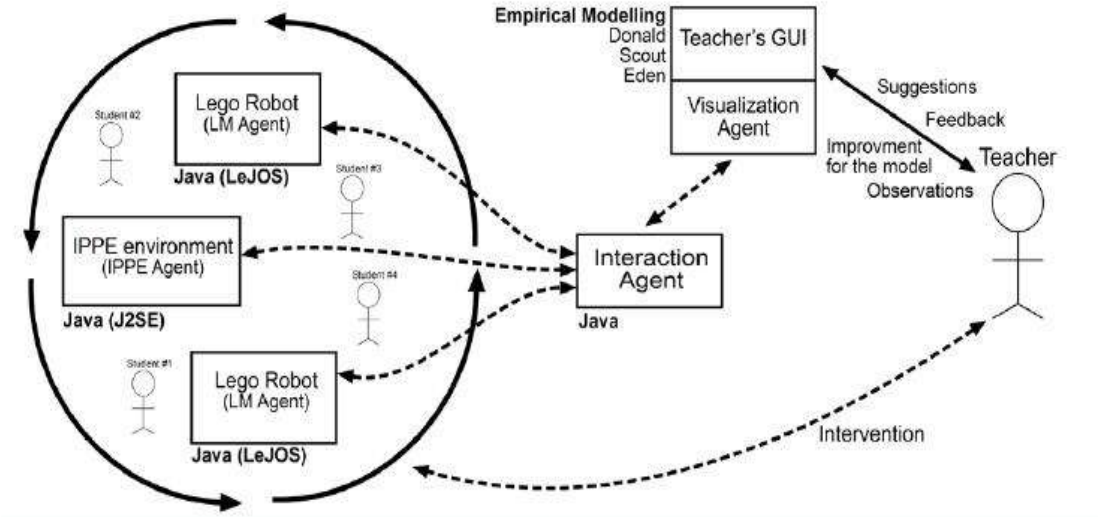
في عام 1983، عرض للمواطنين في الولايات المتحدة روبوتات صغيرة متحركة، عرفت بأنها روبوتات تستخدم في المنازل أوفي التعليم، حيث تضمّنت مهامها المنزلية تنفيذ عدد محدد من الأعمال المفيدة بالإضافة إلى اعتبارها أداةً مسلّية، وأما مهامها التعليمية فقد تضمّنت استخدمها بشكل رئيسي للمتطلبات المهنية والتقنية.

وقد لاقت المصانع التي أكّدت على قدرة هذه الروبوتات للتعلّم (للبرمجة) إلكترونياً قبولاً للمنتج أكثر من المصانع الأخرى التي صنّعت هذه الروبوتات للإستعمال الشخصي أو للمنازل، لأنّ هذه الروبوتات الشخصية غير قادرةٍ على تنفيذ عدد كبير من المهام ، بالإضافة إلى غلاء سعرها كسلعة للتسلية. لذلك بدأ مصنّعوا هذه الروبوتات البحث عن طرق أخرى لتسويق منتجهم، فاقترح مبتكرها فكرة مناسبتها في المجال التعليمي بعيداً عن مجال الإلكترونيات، وقام المصنّعون بالإتصال بالعديد من المعلمين في أنحاء الولايات المتحدة للبحث عن طرق تفيدهم في استخدام منتجاتهم في النظام التعليمي.

لم تكن هذه بالفكرة الجديدة فالسيد سيمور بابيرت من مؤسسة MIT كان قد أثبت مسبقاً أن التحكم بمادة ملموسة ثلاثية الأبعاد وأداة إلكترونية عن طريق الكمبيوتر يعزّز أنماطاً معينة من التعلّم لدى الطلاب الصغار، وبالإعتماد على هذه الفكرة بدأ الباحثون بتطوير طرق تمكّنهم من استخدام روبوتات صغيرة متحركة كأداة تعليمية في المدارس الإبتدائية والثانوية، وبذلك ظهر عددُ

من الأبحاث الهادفة لتطوير المناهج، ولكنّ القليل منها كان قد اكتمل وأصبح متوفراً في الحقل التعليمي.

يتمتّع صف الروبوت التعليمي بميّزات عدّة، فهي روبوتات يتراوح طولها بين 2 إلى 3 أقدام، تتحرك دون الحاجة إلى وصلها بالكمبيوتر، كما أنها تستجيب للمتغيرات المحيطة وذلك باستخدام مستشعرات متنوعة مثل مستشعرات الضوء واللمس والصوت، كما يمكن برمجتها لتتكلم، فتضاهي بذلك جوانب معينة من سلوكيات الإنسان. و تستخدم هذه المعدّات الإلكترونية (الروبوتات) التقنية نفسها لتعمل كحواسيب مصغّرة (microcomputer) في غرفة الصف، وتستطيع جميعها التواصل مع



ال

كمبيوتر عن طريق وصلة سيريال بورد 232 (وهي منافذ في جهاز الكمبيوتر خاصة لإرسال بيانات لغرض التواصل باستخدام لغة الكمبيوتر بيت / بايت). يمكن برمجة بعض الروبوتات بواسطة حواسيب مصغّرة (microcomputer) إذ تستخدم كل واحدةٍ منها لغة برمجة مختلفة، وتعتمد سهولة البرمجة على لغة البرمجة المستخدمة، وهناك لغات برمجة مناسبة للمبرمجين المبتدئين، وعلى المبرمج أن يقوم هو بتوجيه جميع الروبوتات، إن أراد منها تنفيذ عدد أكبر من المهام.

بعد ذلك استطاعت مجموعة شركات عالمية من تصميم حقائب وبرامج كمبيوتر مخصصة لانتاج روبوتات من صنع الطلبة بحيث يستطيع الطالب تنفيذ مجموعة كبيرة من المشاريع الخاصة به وتمكن هذه الحقائب التعليمية الطلبة من مختلف الاعمار من تصميم وبرمجة روبوتات متنوعة قادرة على أداء مهام معينة وبهذه النقلة النوعية انتقل علم الروبوت إلى المدارس بشكل فعلي حيث أصبح هنالك إمكانية **لتأسيس مختبرات أو معامل خاصة بتعليم الطلبة علوم الروبوت وتمكنهم من تصميم أعداد غير محددة من هذه الروبوتات وبرمجتها بالطريقة التي يرونها مناسبة** .

ويمكن تلخيص الأفكار السابقة بما يلي :

كيف يمكن الاستفادة من علوم الروبوت في العملية التعليمية :

1. توفير مجموعة من الروبوتات التعليمية الجاهزة للطلبة داخل فصولهم بحيث تمكنهم من التعامل معها بعدة طرق كما أسلفنا سابقاً .

2. توفير وتجهيز مختبرات للروبوت التعليمي داخل المدارس بحيث يتمكن الطلبة من تعلّم كيفية انتاج روبوتات والمرور بالمراحل التعليمية المختلفة لانتاج روبوتات قادرة على أداء مهام معينة ومن ثم محاولة برمجتها لأغراض علمية .

ومع أهمية الطريقتين إلاّ أن الطريقة الأفضل في هذا المجال هي الثانية حيث أن توفير مختبرات للروبوت داخل المدارس يمكن أن يدمج معه النظرية الأولى بالاضافة إلى أنه يحقق نتائج أفضل للطلبة. وسنركز في هذا المقال علىالجانب الثاني وهو تجهيز مختبرات روبوتية للطلبة داخل المدارس وسنتعرض إليها بالتفصيل .

اهمية علم الروبوت ودوره في تنمية قدرات الطلبة الابداعية :

يركز تصميم معمل الروبوت المدرسي على تشجيع التعلّم التعاوني بحيث أنه لايمكن للطالب العمل وحده ويقوم كل فريق مكون من (3- 5) طلاب بالعمل معاً لانتاج مشروع معين في مجال الروبوت ، فمن الناحية الفنية يساهم المختبر في تشجيع الطلبة على العمل التعاوني والجماعي فلا يجد الطالب مجالاً إلا للعمل ضمن فريق لانتاج روبوت، ولا وجود للعمل الفردي، وبذلك تتحقق نظرية أو استراتيجية (العمل ضمن الفريق أو التعلم التعاوني) .

ويقوم المعلم في كل جلسة تعليمية باعطاء الطلبة مفهوم معين ويتركهم يعملون في مجموعات لتحقيق هذا المفهوم وتطبيقه وانتاج روبوت قادر على تنفيذ ما تم تكليفهم به فيكون دوره موجهاً للعملية التعليمية ومديراً لها، والكم الأكبر من العمل سيكون على الطلبة أنفسهم . وفي كل جلسة تعليمية ينفذ الطلبة مشروعاً أو جزء من مشروع يكون ذو هدف محدد مسبقاً من قبل المعلم، بحيث يتعلم الطلبة من خلال عملهم على تنفيذ هذا المشروع مجموعة من المفاهيم والنظريات بل يقومون بتطبيقها بشكل عملي مستفيدين مما يمتلكونه من مهارات ومعرفة ومعلومات .

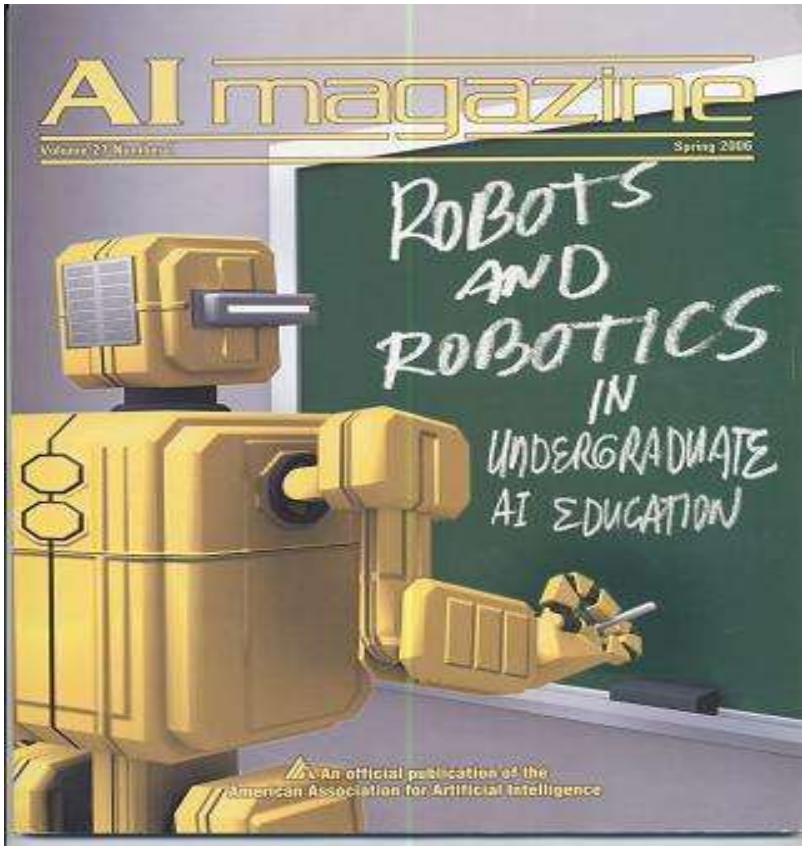
ويتكون كل مشروع روبوتي من عدة أمور أهما:(التصميم) لجسم الروبوت (وبرمجة) المعالج لتنفيذ أوامر معينة . وكل ذلك يتم في بيئة تعليمية صحية مهيئة ومجهزة بشكل علمي تساعد الطلبة على الوصول إلى أهدافهم وتحقق الغاية من الجلسة التعليمية .

الاهداف التربوية والتعليمية التي يحققها معمل الروبوت المدرسي

تشجيع التعلّم التعاوني والعمل ضمن فريق :

ومعمل الروبوت المدرسي بتصميمه الفني والتقني يلزم الطلبة بهذا المفهوم ، وبنظرته العلمية، فمن المتعارف عليه أن تصميم وبرمجة روبوت تحتاج إلى أكثر من شخص للعمل سوياً لتنفيذ المشروع حيث أن متطلبات المشروع تحتاج إلى فريق عمل للقيام بتنفيذه والعمل ضمن فريق يشجع وينمي العلاقات الاجتماعية بين الطلبة ويشعرهم بالمسؤولية كما يساهم في تنمية المهارات القيادية لديهم حيث يتم توزيع أدور مختلفة على الطلبة تتغير مع كل مشروع مثل (قائد المجموعة ، المبرمج ، المصمّم ، الموثّق ، المتابع .... الخ) .

يشجع وينمي مهارات العمل اليدوي :



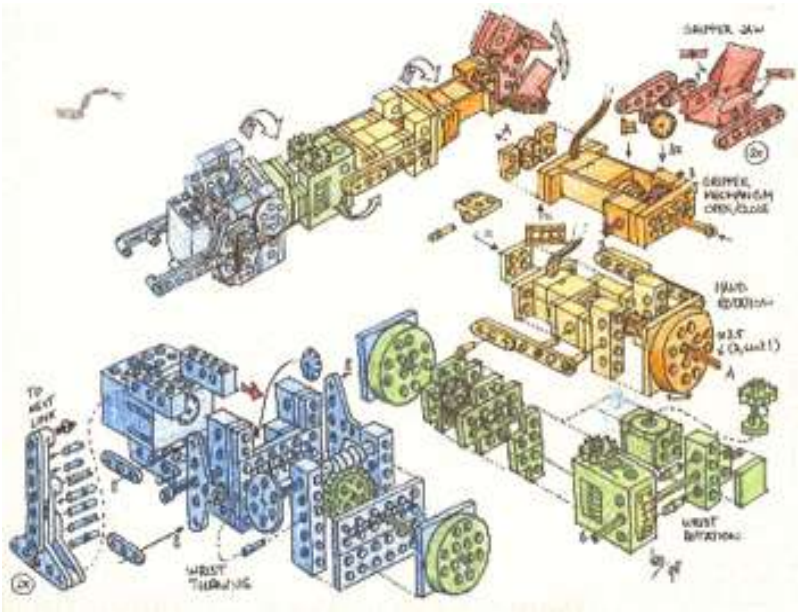
علم الروبوت علم عملي تطبيقي. حيث أنّ الجانب النظري فيه قليلُ جداً حيث يعتمد الطلبة على ما يمتلكونه من معلومات ومعرفة سابقة من خلال المواد والمناهج الدراسية وهو برنامج يركز على جانب التطبيق المباشر للتعليم، ويحتاج الطلبة فيه إلى استخدام الأدوات والقطع لتصميم جسم الروبوت وهذا يزيد ويؤصل المعرفة لديهم بالاضافة الى تعلّمهم آلية وكيفية عمل الآلآت الميكانيكية والالكترونية من خلال ممارستهم الفعلية لتركيب الآلات المختلفة.

يشجع استراتيجية التعلّم المبني على المشروع أو من خلال المشروع :

غالبية الجلسات التعليمية للطلبة في مختبر الروبوت تركز على تنفيذ الطلبة لمشروع معين مثل (انتاج سيارة تسير بشكل معين ، انتاج وتصميم ذراع آلية ، تصميم إنسان آلي ، تصميم روبوت على شكل حيوان أو حشرة معينة ، تصميم روبوت قادر على فرز الألوان والتعرف عليها ، انتاج روبوت قادر على التقاط الأشياء ونقلها من مكانها ، تصميم نظام لخط انتاج روبوتي ، تصميم روبوت قادر على اكتشاف الأجسام الغريبة وتجنبها ، انتاج روبوت قادر على اجراء التجارب الكيميائية ، انتاج روبوت قادر على أداء مهام بنكية معينة .... الخ) هذه المشاريع وغيرها الكثير مما يتم عرضه للطلبة، ويكون مطلوباً منهم العمل على تنفيذ هذا المشروع ومن خلال عملهم يتعلم الطلبة أشياءً كثيرة وتتضح لديهم مفاهيم كانت غامضة سابقاً وتتأكد لديهم نظريات علمية درسوها في مختلف المواد ، هذا بالاضافة إلى اكتسابهم معرفة ومعلومات أخرى من خلال عملهم على تنفيذ المشروع .

ينمي ويعزز مهارات التفكير لدى الطلبة : (الابداعي ، الناقد ، الناجح ، الانفعالي ، المتعدد) بالاضافة إلى مهارات حل المشكلات:

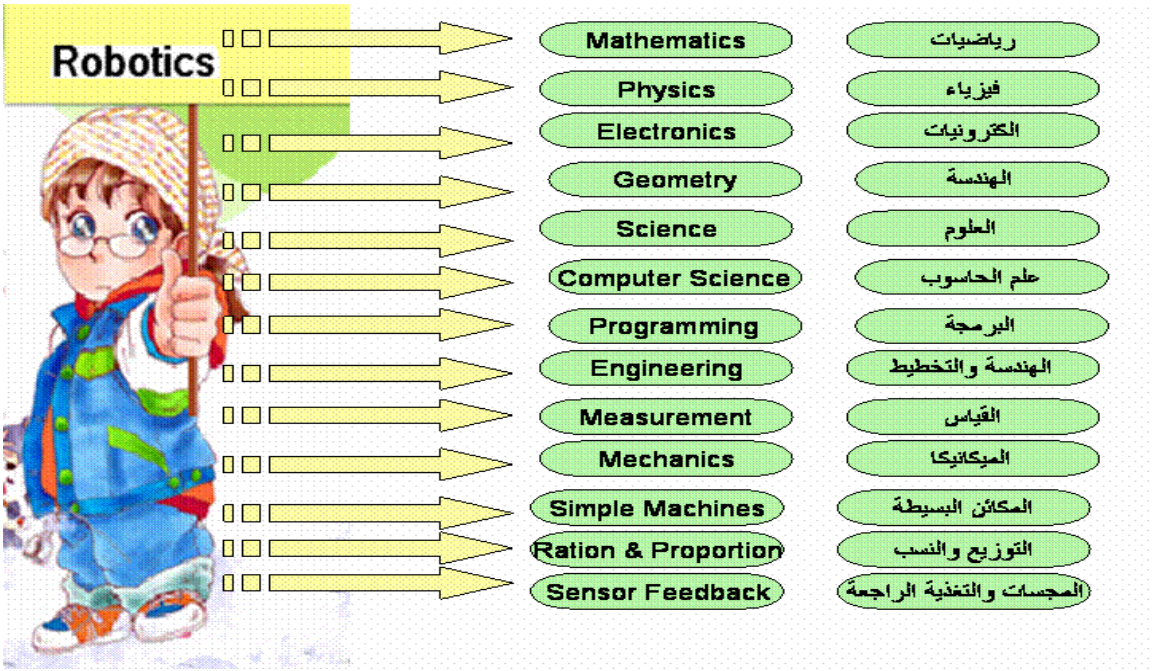
من خلال التجربة لوحظ ان هذا البرنامج العملي التطبيقي يساعد الطلبة على استخدام **التحليل، والاستنتاج، والتقويم، والتطبيق، وتوليد الأسئلة، وتعميم الأفكار، وفعالية التعبير، وحل المشكلات، والنقد**، وغيرها. حيث أن جميع محاور البرنامج تدور حول هذه المفاهيم، فالطريقة التي يدار بها معمل الروبوت وطريقة تجهيزه وما يحويه من مواد ومناهج تعمل بدورها مجتمعتاً على تشجيع وتنمية مهارات التفكير لدى الطلبة فعندما يدخل المعلم إلى الجلسة التعليمية ويقوم بطرح مشكلة معينةعلى الطلبة مثلاً: (نريد اليوم أن نقوم بتصميم وبرمجة روبوت قادر على السير على خط أسود متعرج تعرجات مختلفة ونريد من هذا الروبوت أن يسير على هذا الخط من البداية إلى النهاية دون الخروج أو التوقف) في هذه الحالة يثير المعلم لدى الطلبة تساؤلات كثيرة ومتنوعة (كيف؟ ولماذا؟ وماذا؟ وهل؟). منها: كيف



سيستدل هذا الروبوت على الخط الأسود ؟ هل سيتعرف على خط النهاية ؟ ما هي الأدوات التي يمكن استخدامها ؟ ما هو البرنامج الذي سيتم كتابته ؟ ما هو شكل الروبوت ؟ هل سيقوم الروبوت بالتعرف على الخط لو كان لونه أحمر مثلاً ؟ لماذا نقوم بتنفيذ هذا المشروع ؟ ما الفائدة العلمية ؟ أين سيستخدم مثل هذا الروبوت ؟ وغيرها الكثير من الأسئلة وهذا ما سيشجع الطلبة على البحث والاستقصاء والتحليل والاستفادة من المعرفة السابقة ، كما سيقوم الطلبة بالتفكير بطرق لحل هذه المشكلة حيث أنها مشكلة مفتوحة ويمكن تنفيذها بأكثر من طريقة وسيقوم الطلبة بالمحاولة والتجريب والتطبيق والاستنتاج للوصول إلى حل معقول لهذه المشكلة وكل ذلك سيكون من الأمور الممتعة والمسلية لهم حيث أنهم سيقومون بتطبيق هذا المشروع بشكل عملي وهذا ما سيشجعهم على العمل والتفكير بشكل جدي وهذا الموضوع مهم جداً هنا حيث أن طرح مثل هذه المشلكة داخل الغرفة الصفية العادية لن تكون بمثل هذاالحماس والتشجيع للطلبة ولن تكون لديهم الدافعية الكبيرة للوصول إلى نتائج حيث أن لديهم معرفة مسبقة أن هذا لن يغير شيئاً وخصوصاً أنهم لن ينفّذوه بشكل عملي وهذا ما يحصل غالباً في البرامج النظرية . إلاّ أنه في موضوع الروبوت سيكون الموضوع مختلف تماماً فهو يشكّل بيئة تنافسية وتعاونية بنفس الوقت وهنالك في النهاية حلول سوف تقدم بشكل عملي وربما طور المعلم في اسلوبه وقام باجراء منافسة بين المجموعات بحيث يحدد المجموعة الفائزة والتي يستطيع روبوتهم أن يقطع المسافة على الخط الأسود بأقل وقت ممكن . هذا سيدفعهم نحو التطوير والتفكير أكثر ليس فقط بحل المشكلة وايجاد روبوت قادر على انجاز هذه المهمة فحسب بل بالوصول إلى أفضل النتائج العملية في هذا لمجال وأفضل حل. مما سيدفعهم نحو الابداع والابتكار في التصميم والبرمجة والاستفادة مما تعلموه للتخلص من بعض المعيقات. و ربما يتطور الأمر إلى أكثر من ذلك من ناحية قياس التجديد والأصالة في الروبوت الذي انتجوه . من هنا نرى ومن خلال هذا المثال ما يمكن أن يساهم فيه علم الروبوت أو مختبر الروبوت التعليمي من تنمية مهارات التفكير المختلفة لدى الطلبة .

مثال حقيقي عملي لمفهوم التكامل بين العلوم :

من المهم الإشارة هنا إلى قول أحد خبراء الروبوت المختصر عند سؤاله عن علم الروبوت فقال : هو العلم الذي جمع جميع العلوم : فلا يكاد يذكر علم الآن إلاّ ونجد أن الروبوت قد دخل فيه أو أنه تم الاستفادة من هذاالعلم في تصميم وتطوير روبوت معين ومن الأمور الأساسية الواجب معرفتها هو أن الطلبة وأثناء انتاجهم لروبوت يحتاجون على الأقل إلى الاستفادة



من العلوم التالية (الفيزياء بشكل أساسي ، الرياضيات ، الالكترونيات ، البرمجة ، العلوم بشكل عام) وهنا لانقصد أن يكون الطلبة متخصصون في هذا المجال وإنما يجدر الإشارة إلى أن المناهج الموضوعة للروبوت تراعي مدى المعرفة للطالب العادي من كل صف أو من أي عمر وبذلك لايطرح عليه مشروع قد لا يتناسب ومدى معرفته المسبقة إلاّ في حالات خاصة يكون المعنيين فيها هم الطلبة الموهوبين والمتفوقين ، ومن هنا ومن خلال عمل الطلبة في مشروع خاص بالروبوت مثلاً المشروع السابق (السير على خط أسود) سيحتاج الطلبة إلى التعرف على المجسات وخصوصاً مجس الضوء وقياس شدة انعكاس الإضاءة بالاضافة إلى قوانين السرعة والمسافة والاحتكاك والعزم والدوران كما سيحتاجون من الناحية الالكترونية لمعرفة تركيب مجس الضوء وكيفية عمله ومن ناحية البرمجة للحاسوب، سيكون مطلوباً من الطلبة التعرف على كيفية برمجة مجسات وأخذ قرائتها وتحليلها والاستفادة من التغذية الراجعة. هذا بالاضافة إلى القسم المتعلق بالميكانيكا وآلية الحركة والدوران لتصميم جسم الروبوت وربما يتم تصميم روبوت على شكل سيارة، فيحتاج الطلبة للتعرف على المسننات وكيفية عملها والنسب بينها بالاضافة إلى حاجتهم إلى الانترنت للبحث عن معلومات. كل ذلك

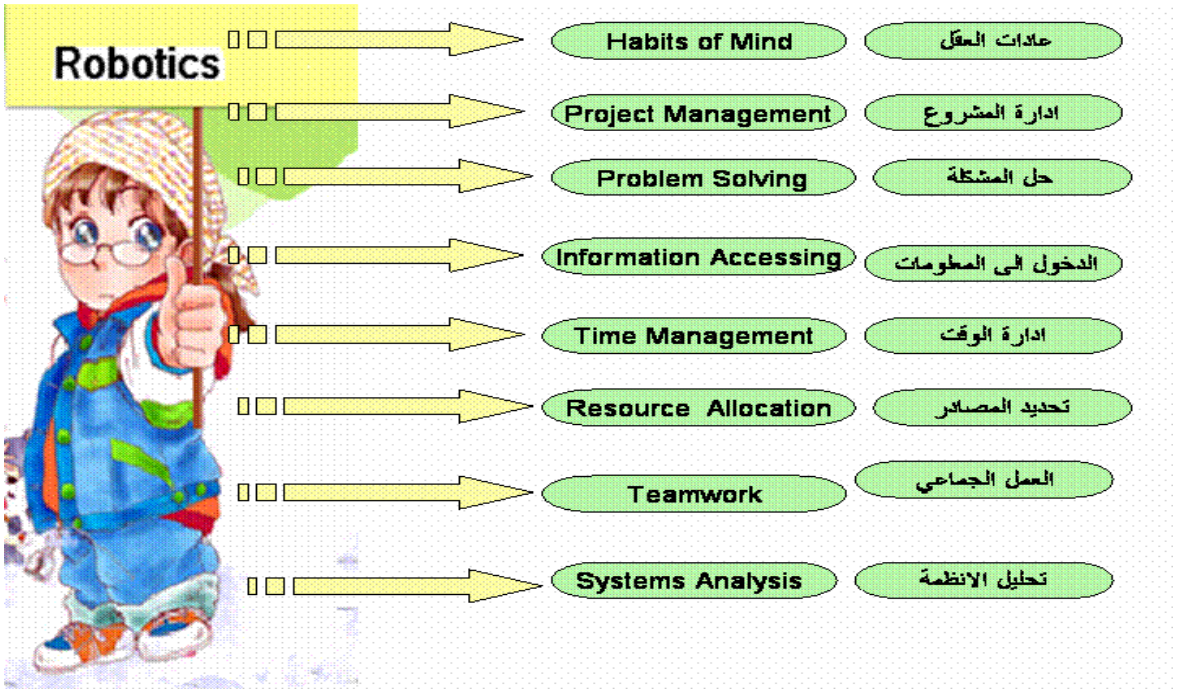
سيساعد الطلبة على فهم العلوم بشكل أفضل وسيعطيهم فكرة عملية عن كيفية دمج وتكامل العلوم المعرفية والانسانية والعلمية في سبيل انتاج جهاز مفيد مما سيساعدهم على أن يكونوا مبتكرين ومخترعين مستقبلاً .

ينمي عادات العقل والبحث العلمي(Habits Of Mind)

مثل: الفضول، والحماس، والإبداع، والانفتاح، والدقة، والمبادرة، والإصرار، والشك.وهذه بدورها من الأمور الأساسية التي ينادي بها المهتمون والمتخصصون حيث أن موضوع البحث العلمي يشغل الكثيرين ممن يحاولون الوصول إلى نتائج عملية تشجع الطلبة على البحث العلمي وتنمي لديهم روح المبادرة وخصوصاً أننا نعاني كثيراً من هذا الموضوع في الوطن العربي، والروبوت بوصفه أحد العلوم المحببة بشكل عام إلى الطلبة بالتأكيد، ولما يتمتع به من خصائص، سيكون أحد الحلول التي يبحث عنها المعلم لتشجيع البحث العلمي بجميع عناصره .

يدرب الطلبة على مجموعة من المواضيع المهمة مثل:

إدارة وتنظيم الوقت ، تحديد المصادر ، تحليل الأنظمة، إدارة المشاريع وغيرها من المهارات التي يحتاجها الطلبة في حياتهم العملية .



يساعد المعلم على تطبيق نظرية التعلّم المتمركز حول الطالب:

حيث يتطلّب تعليم الروبوت (برمجته)من الطالب الحصول على الحد الأدنى من التعليم وحد أعلى من التعلّم، وبذلك يساهم بشكل كبير على تدريب الطلبة على الإعتماد على أنفسهم ويشجع التعلّم الذاتي لديهم . وذلك من خلال اشراكهم بمشاريع والطلب منهم تنفيذها بالاعتماد على معرفتهم السابقة وما يحصلون عليه من معرفة من خلال مصادر المعرفة المتواجدة والمتوفرة لديهم .

وسيلة عملية للمعلم لاستخدام استراتيجية التحدّي في التعليم:

والمبنية على أساس أن الطالب يمكن أن يتعلم أكثر إذا تم وضعه في تحدي محدد بحيث يتطلب منه هذا التحدي البحث واستخدام جميع الوسائل المتاحة للتوصل إلى نتيجة. وبذلك يحقق الأهداف الموضوعة، بالاضافة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف غير المباشرة من خلال اكتسابه للمعرفة عن طريق التجربة والخطأ والبحث والاختبار والاستنتاج للتوصل الى النتيجة . ولكون علم الروبوت واحداً من العلوم التي تمتاز بخاصية النهاية المفتوحة، حيث لا حدود للمعرفة والتجارب، وسيتمكّن الطلبة من وضع تصورات وتخيلات والبدء بتنفيذها وتجربتها والتحقق من صحتها وإمكانية عملها .

يربط التعلّم بالحياة العملية :

حيث أن أغلب المشاريع والتطبيقات المطروحة في معمل الروبوت هي أمثلة حقيقية يعيشها الطالب في حياته اليومية وليست بعيده عنه مثل:(مشروع السيارة ، مشروع الإنسان وآلية حركته ، مشروع الطائرة ، مشروع الذراع الآلية ، مشروع الرافعة ، مشروع الأبواب الذكية، مشروع آلة سحب النقود ، مشروع خط الإنتاج في المصنع ، مشروع الغسالة الروبوتية ، مشروع الغواصة الروبوتية ، مشروع

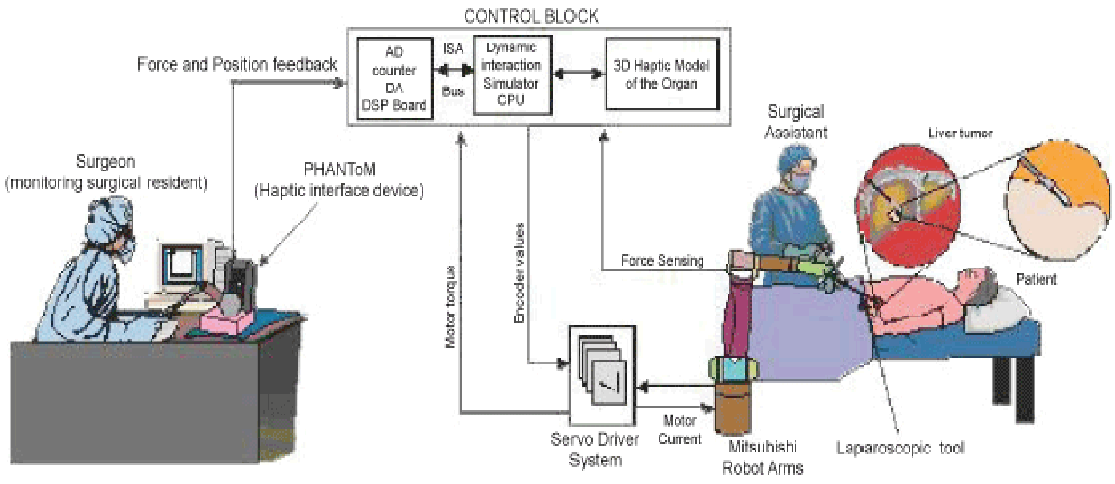


Figure 4: Schematic of the robotic system for minimally invasive surgery

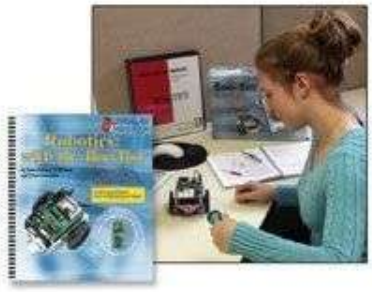
المركبة الفضائية ، بالاضافة إلى مشاريع الألعاب الرياضية الروبوتية مثل روبوت يلعب كرة القدم أو السلة أو تنس الطاولة)، وهذا يجعل الطالب يتعلم أكثر من خلال فهمه وتطبيقه لآلية عمل الآلآت والأجهزة التي يستخدمها يومياً، ويربطها مع ما يتعلمه أثناء تواجده في معمل الروبوت .

يمكّن المعلم من استخدام استراتيجية (المعلم النظير):

حيث بإمكان الطلبة تصميم روبوت وتعليمه ليؤدي مهام معينة. ومن خلال تعليم الروبوت وبرمجته يتعلّم الطلبة. حيث يوضع الطالب موضع المسؤولية المتعلقة بمخرجات هذا الروبوت فإن أدّى الروبوت الوظيفة بالشكل الصحيح، فهذا يعني أن الطالب قد فهم الأساس الذي بني عليه التطبيق بشكل صحيح. ومثال ذلك: (أن يطلب من الطلبة تصميم وبرمجة روبوت رسّام بحيث يُطلب من الروبوت رسم شكل معين مثل: مربع أو مثلث قائم الزاوية). من خلال هذا المثال سينبغي على الطالب معرفة ماذا نعني بالمربع وما هي خصائصه وكيف تقاس الزاوية والضلع. فإذا تمّت برمجة الروبوت وطلب منه رسم مربع وقام الروبوت بتنفيذ هذا الأمر بدقة، فهذا يعني أنّ مفهوم المربع وعناصره الأساسية واضحة بالنسبة للطالب ويستطيع تعليمها لغيره أيضاً بشكل دقيق. وكذلك الأمر مع المثلث وهكذا. وينطبق هذا على تعليم الروبوت اللغة والرسم والحساب وغيرها .

تحقيق مفهوم التعلّم الممتع:

والخروج عن النمط الجاف والممل للحصة العلمية النظرية وبذلك يتشجع الطلبة للتعلّم وحب العلوم، وخصوصاً أن نسبة كبيرة من الطلبة لاتجد متعة حقيقية في تعلّم العلوم والرياضيات أما من الناحية التطبيقية وفي مختبر الروبوت فالوضع مختلف حيث يندمج العلم والمعرفة مع المتعة والتشويق .



تعدد الأنشطة والفعاليات :

يتمكّن المعلم ومن خلال معمل الروبوت المدرسي والحصة الصفية من تطبيق وتنفيذ مجموعة من الأنشطة والفعاليات المتعلقة بعلوم الروبوت والمرتبطة معه بشكل وثيق. ومنها تنفيذ مسابقات علمية روبوتية للطلبة كأن يطلب منهم تصميم روبوت على شكل سيارة وإجراء سباق بين المجموعات وبذلك يولد شعور قوي لدى الطلبة بضرورة البحث والتجريب واستخدام كافة

الوسائل والقوانين والنظريات للتوصل إلى النتيجة الأفضل . كما يتمكّن من اشراك الطلبة في مسابقات محلية وعربية وعالمية وهي كثيرة ومتعددة وفي جميع أوقات السنة ، وتنظيم نوادي روبوت مدرسية ، وتنفيذ أنشطة ما بعد الدوام .

تدريب الطلبة على الإختراع والإبتكار :

وهذه إحدى متطلبات التعليم الأساسية والتي يتم تداولها كثيراً بين المتخصصين والمهتمين وقد حرصت جميع الدول الصناعية الكبيرة على إدخال مادة الابتكار والاختراع إلى مناهجهم ومختبر الروبوت يساعد كثيراً على توصيل مفاهيم وآليات الاختراع والابتكار للطلبة من خلال ما يقومون بتنفيذه من مشاريع عملية تدفعهم نحو الابداع ومحاولة التوصل إلى نتائج جديدة واكتشاف نظريات أو اختراع أجهزة حديثة أو كحد أدنى وضع أفكار ومناقشتها مع زملائهم .

متعدد الاستخدامات والفوائد:

فمن ناحية هو مختبر لتعليم الطلبة علوم الروبوت ومن ناحية أخرى هو مختبر فيزياء تطبيقية وأحياناً يكون مكاناً لتعليم الإلكترونيات وأحياناً أخرى يستخدم لتوصيل فكرة أو مفهوم أو نظرية في الرياضيات. هذا بالاضافة إلى إمكانية الاستفادة منه في تعليم الكمبيوتر والبرمجة ومساعدة الطلبة في فهم الخوارزميات .

إمكانية استخدامه من قبل أكثر من معلم :

ويتميز علوم الروبوت كما أسلفنا سابقاً بجمعه لمجموعة علوم مختلفة لذا بإمكان أي معلم ومهما كان تخصصه إدارة وتشغيل هذا المعمل بأقل وقت قد يحتاجه للتدريب وبمعرفة سريعة ومختصرة. و يتمكن المعلم المبدع من الاستفادة من محتويات دليل المعلم في توصيل فكرة أو نظرية أو مفهوم علمي كما يساعد المعلم على إثراء مواده العلمية بمجموعة من التطبيقات المختلفة إما الجاهزة داخل المعمل أو من خلال ما ينجزه هذا المعلم من أفكار ابداعية .

كما يساعد المختبر على التعاون والتشارك بين المعلمين بحيث يستطيع أكثر من معلم الاشتراك بمشروع واحد ، كلٌ حسب تخصصه ومجاله ليخلُصوا إلى انتاج روبوت متكامل علمياً وفنياً ، وهذا ما يشجع العمل والتعاون بين المعلمين .

علمٌ مُستقبلي وقادمٌ متطور ومفتوح:

وهذه ميزة ربما تساعد المعلم كثيراً على جذب الطلبة نحو الحصة الصفية. لأنه تميّزُ علمٍ ما زالت التقارير العالمية تشير وتؤكد على أنه قادم إلينا لامحالة، وأن ثورة علوم الروبوت ربما تبدأ بشكل حقيقي بعد العام 2015 . و هذا يشجع الطلبة على دراسته والاستفادة منه والتفاعل أكثر مع الحصة الصفية وخصوصاً إذا ما علموا الارتباط القوي للروبوت بمختلف العلوم الحديثة القادمة إلينا ومنها:(النانو تكنولوجي ،الجينات، الكمبيوتر ، الإلكترونيات ، والإتصالات) وارتباطه أيضاً بمختلف التخصصات المهنية مثل (الطب ، الهندسة ، الصناعة ، الزراعة ، التمريض ، التعليم ، البنوك ، وسائل المواصلات المختلفة ... الخ) وهذا يعطي دافعاً قوياً لديهم لتعلم هذا العلم وأخذ المبادىء الأساسية عنه، حيث أنه لابد أن يصل إليهم مفهوم امتلاك مهارات عصرية حتى إن لم ترد التخصص بها. ومثال ذلك ما حصل في علم الكمبيوتر فقد انتقل من مرحلة الاختصاص إلى مرحلة التعميم، حيث على كل فرد في المجتمع اتقان مهارات معينة في علم الكمبيوتر نظراً لدخوله كافة المجالات واحتياج الناس إليه في كل التخصصات فأصبح من الضروري امتلاك مهارات الكمبيوتر المتنوعة حتى يستطيع الفرد القيام بعمله بشكل أفضل وأسرع ويحسّن من انتاجه. إذ يوصف من لا يمتلك مهارات الكمبيوتر بالأمي. لذلك يتوقع العلماء لمن ليس لديه الخبرة في مجال الروبوت، بأنه سيواجه مشكلة في التعامل مع التقنيات الحديثة خلال فترة ال 15 سنة القادمة . وهذا سيجعل من علم الروبوت متطلباً أساسياً في المدارس والجامعات وغيرها في غضون السنوات القادمة . كما أنه لابد من الإشارة إلى كون علم الروبوت بدأ بالإنتشار والتوسع وفرض نفسه على الكثير من الصناعات والتطبيقات. إلاّ أنه مازال علم جديد وإمكانية التحديث والتطوير فيه كبيرة جداً. هذا بالاضافة إلى امكانية الاختراع والابداع والابتكار ، وهذا حافز قوي للطلبة للدخول إلى عالم الروبوت ومحاولة تقديم كل جديد .

التعلّم بالاكتشاف:

اداة مثالي لتدريب الطلبة على التعلم بالاكتشاف وهو عملية تفكير تتطلب من الفرد إعادة تنظيم المعلومات المخزونة لديه وتكييفها بشكل يمكّنه من رؤية علاقات جديدة لم تكن معروفة لديه من قبل ويقسم الى

الاكتشاف الموجه

الاكتشاف شبه الموجه

الاكتشاف الحر

هذه وغيرها من الأسباب. بالاضافة إلى ما يزخر به الانترنت من مقالات وأبحاث ودراسات حول هذا الموضوع وأثر استخدامه في العملية التعليمية وتوقعات وتنبؤات المتخصصين عالمياً في هذا المجال والتي يمكن للمهتمين الاطلاع عليها من خلال بحثهم عبر شبكة الانترنت. تجعلنا نؤمن إيماناً قوياً بأهمية هذا العلم ومدى الحاجة الماسة لإدخاله في العملية التعليمية وتقديمه إلى الطلبة وخصوصاً في المراحل العمرية المبكرة .

كيف تتماشى مفاهيم علم الروبوت مع المواصفات القياسية للعلوم

نظرا لعدم توفر دراسة عربية في هذا المجال فقد اسندنا هنا الى دراسة اجراها الاتحاد الوطني لعلم هندسةالروبوت NREC - أكاديمية علم الروبوت. في امريكا والتي قام بدراسة المواصفات القياسية الوطنية للعلوم في امريكيا بالاضافة الى المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM والذي خرج بالمقارنات التالية والتي نوردها هنا للفائدة حيث توضح اهمية علوم الروبوت وكيف ان تعليم الروبوت يخدم هذه المواصفات والمقاييس الموضوعة .

توحيد المفاهيم
الأنظمة والنظام والمنظمة.

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
إن العالم الحقيقي والمصمم معقد فهو كبيرجداً وشائك للبحث والفهم بآن واحد.	**تعتبرالروبوت بسبب طبيعتها المعقدة أمثلة ممتازة عن الأنظمة.**
• **النظام** هو مجموعة مرتبة من الأشياء المرتبطة أو القطع التي تشكل الكل. • **الهدف من هذه المواصفات القياسية** هو التفكير بالتحليل في نطاق الأنظمة. • **يفترض العلم** بأن سلوك الكون غير متقلب، فطبيعته هي نفسها في كل مكان وهو مفهوم ومتنبأ به. • **التنبؤ هو** استخدام المعرفة لتمييز وشرح المشاهدات أوالتغيرات مسبقاً. يسمح استخدام الرياضيات بتأكيد نسبي للتنبؤات. • **النظام هو** سلوك وحدات من الاهتمام والأشياء والترتيب أو الأحداث في الكون – يمكن شرحه رياضياً. • **أنواع ودرجات التنظيم** تعطي طرقاً اعتيادية للتفكير في العالم.	تشتمل الأمثلة على: **1- أجهزة التصفح.** **2- أجهزة التحسس.** **3- أجهزة القدرة ونقل الحركة.** **4- أنظمة التعامل.** **5- أجهزة الرفع وأجهزة المشاهدة، إلخ...** إن **كل جهاز** يمكن تقسيمه إلى **أجهزة فرعية**. بنيت **تقنيات علمالروبوت** على سلسلة سلوكية يمكن قياسها رياضياً وهي مفهومة ومتنبأ بها. يوجد العديد من الأمثلة الغنية التي يسهل على الأطفال فهمها. **2- المسننات والفائدة الميكانيكية.** **3- الحساسات والتحكم الإلكتروني.** **4- قطر العجلات وتأثيره على السرعة.** **5- طول الذراع وتأثيره على العزم.**

توحيد المفاهيم

الشاهد والأمثلة والشرح

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
يتكون الشاهد من الملاحظات والبيانات التي تستند عليها الإثباتات العلمية. إن استخدام الشاهد لفهم التداخلات يسمح بالتنبؤ بالتغيرات في الأنظمة الطبيعية والمصممة.	***إن الأبحاث المتضمنة في هذا المنهاج تسمح للطلاب جمع الشواهد لإثبات المبادئ العلمية.*** *يعرض علمالروبوت العديد من المفاهيم العلمية التي تسحر الأولاد.*
إن الأمثلة هي مخططات مؤقتة للبنى التي تطابق الأشياء الحقيقية والأحداث أو فئة من الأحداث التي لها قدرة على التوضيح. وهي تفيد العلماء والمهندسين على فهم آلية عمل الأشياء. وتأخذ الأمثلة أشكالاً متعددة، وتتضمن أجساماً فيزيائية ومخططات وبنى فكرية ومعادلات رياضية ومحاكاة حاسوبية.	تتضمن الأمثلة: **الدارات الأساسية والإلكترونية** التي يمكن عرضها باستخدام: **1- حساسات اللمس المفتوحة NC والمغلقةNO .** **2- وحدة تغذية الإنسالي.** **3- المحركات.** **4- وحدات تحسس أخرى.**
تندمج الشروح العلمية مع المعرفة العلمية الموجودة والأدلة الجديدة بعبارات منطقية. إن المصطلحات مثل "الفرضية" و"المثال" و"القانون" و"النظرية" و"النموذج" تستعمل لوصف الشروح العلمية المتنوعة.	
	تعرض **ناقلات الحركة** القابلية الرياضية للتنبؤ بالفائدة الميكانيكية.

توحيد المفاهيم

الثبات والتغير والقياس

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
إن معظم الأشياء في طريقها نحو الاختلاف والتغير في حين تُعرف بعض خصائص الأشياء بالثبات مثل سرعة الضوء وشحنة الإلكترون والكتلة الكلية إضافة إلى الطاقة الكونية. • يمكن **للطاقة** أن تنتقل ويمكن أن تتغير مادياً. لكن عند القياس فإن مجموع الطاقة والمادة في هذا النظام على امتداد الكون يبق ذاته. • تعتبر **الرياضيات** أساسية للقياس الدقيق للتغير. • تستخدم **أنظمة القياس المختلفة** لغايات مختلفة. • يتضمن **المقياس** فهم أن المواصفات والخصائص المختلفة وعلاقتها مع نظام ما قد تتغير كلما ازدادت أو نقصت أبعادها! • تقارن **السرعة** بين كميتين مقاستين. مثلاً 60 متراً في الثانية.	**يعتمد علم الروبوت على الثبات للحصول على نتائج قابلة لإعادة الإنتاج.** في البدء، يعتمد الطلاب عند بداية البرمجة على التوقيت. ومشكلة التوقيت أنه كلما بدأت طاقة البطارية بالانخفاض لم يعد بالإمكان التنبؤ بالنتائج. يستطيع الأستاذ أن يدلهم كيف يأخذون قراءات الحساسات التي تكون ثابتة وقياساتها واقعية للحصول على نتائج أكثر دقة. عند البرمجة باستخدام العبارات الشرطية، في الحقيقة فإن قراءات الحساسات ثابتة وتسمح للإنسالي أن يتخذ القرار ذاتياً.

توحيد المفاهيم

التطور والتوازن

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
التطور هو سلسلة من التغيرات بعضها متدرج ومتقطع والتي تفسر الشكل والوظيفة الحاليين للأشياء والأنظمة الطبيعية والمصممة. إن الفكرة الأساسية للتطور هي ارتقاء أشكال ومواد اليوم عن الماضي.	**التوازن** – عندما يبدأ الطلاب العمل بالمسننات والبكرات فيمكنهم عرض هذه الفكرة. حيث يتعلمون كيف يحصلون على فائدة ميكانيكية أكبر مقابل زيادة تباطؤ الإنسالي والعكس بالعكس.
إن التوازن هو حالة فيزيائية تظهر فيها القوى والتغيرات متعاكسة ومتساوية في المقدار. مثلاً إن قوتين معاكستين لهما نفس المقدار أو متوازنتين تؤديان لتغير بنفس السوية.	

توحيد المفاهيم

الشكل والوظيفة

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم **إن الشكل والوظيفة هما سمتين مكملتين للأشكال والكائنات الحية والأنظمة في العلم الطبيعي والمصمم.**	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية **عند تصميم الروبوت....** **فإن الشكل يتبع الوظيفة دائماً.** عندما يركب الطالب إنسالي ذاتي الحركة يوجد العديد من الفرص كي يقوي الأستاذ المفهوم العلمي "الشكل يتبع الوظيفة". سواء اشتمل قرار التصميم على استعمال جنازير بدل العجلات، أو عمل إنسالي سريع عوضاً عن البطيء أو اختيار أداة التحسس التي سيستعملها الإنسالي، فإن جميع القرارات ستستند على الغاية المرجوة من الإنسالي وهي **الوظيفة**. كل هذه القرارات ستؤثر على المظهر النهائي للإنسالي ألا وهو **الشكل**

المواصفات القياسية للمحتويات "A"

العلم كاستعلام

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
كنتيجة للفعاليات على جميع المستويات، يجب على جميع الطلاب أن يطوروا: • المهارات الضرورية لإجراء الاستعلام العلمي. • فهم الاستعلام العلمي. **يجب تعليق الطلاب بالفعاليات التي:** • تبدأ بسؤال. • تسمح لهم إجراء بحث. • تجمع الشواهد. • تعطي الإجابة على السؤال الأساسي. • تربط عملية البحث مع النتائج.	**إن جميع الأبحاث في هذا المنهاج تأخذ شكل "العلم كاستعلام".** يعطى الطلاب الأبحاث في المكان الذي يحتاجون به للتجربة وجمع البيانات. يثبت الطلاب المبادئ العلمية كنتيجة للبحث. عند إتمام البحث يجب على الطلاب تلخيص ما تعلموه للتو.

المواصفات القياسية للمحتويات "B"

علوم الفيزياء

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
كنتيجة للفعاليات على المستويات المتوسطة، يجب على جميع الطلاب أن يفهموا: • الخصائص والتغير المادي للخصائص. • الحركات والقوى. • تحويل الطاقة. في المستويات المتوسطة، ينتقل التركيز على فهم الطلاب من خصائص الأشياء والمواد إلى مواصفات المكونات التي تُصنع منها المواد. وباستخدام أشياء بسيطة مثل الكرات والألعاب الميكانيكية، يمكن للطلاب الانتقال من النوعية إلى شرح أصناف الأشياء المتحركة ويمكنهم وصف القوى الفاعلة في الأشياء. ويشتمل فهم الطاقة على الضوء والحرارة والصوت والكهرباء والجاذبية وحركة الأشياء.	**يعرض علم الروبوت العديد من مفاهيم الفيزياء التطبيقية:** • الفائدة الميكانيكية. • العزم. • الدارات الأساسية. (مبادئ الدارات) • الإلكترونيات الرقمية والتمثيلية. • الضوء. • التسارع. • السرعة. • كمية الحركة (القوة الدافعة). • الاحتكاك. إن الفعاليات التي ننصح بها ذات طبيعة بحثية وتستخدم طريقة "فكّر وطبّق" ويجب على الطلاب جمع البيانات وتحليلها ثم وضع النتائج.

المواصفات القياسية للمحتويات "E"

العلوم والتقنيات

المواصفات القياسية الوطنية للعلوم	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
كنتيجة للنشاطات في جميع المستويات، يجب على جميع الطلاب أن يطوروا: • إمكانيات التصميم التقني. • فهم العلوم والتقنيات. ويجب على الطلاب أن يبدؤوا تمييز العلوم عن التقنيات. في سنوات الصفوف المتوسطة، يمكن إتمام الأبحاث بالنشاطات التي يتلاقى فيها الهدف مع متطلبات البشر ويحل مشاكلهم أو يطور منتج ما، فضلاً عن استكشاف أفكار عن العالم الحقيقي.	**إن علم الروبوت هو المثال الأولي لازدواج العلم والتقنيات.** كلما تقدم العلم (أجهزة التوجيه الكونية GPS وجهاز كشف الأشياء تحت الماء باستخدام الأمواج فوق الصوتية Sonar و الأشعة تحت الحمراء IR) أصبحت التقنيات أكثر دقة. إن العلم والتقنيات متبادلين. يفيد العلم في قيادة التقنيات. كلما تعمقت البشرية أكثر بدراسة العالم العلمي بشكل أفضل كلما استخدمت الأدوات وطورت أدوات القياس. تمدنا التقنيات بأدوات أكثر دقة لإجراء الأبحاث والاستعلام والتحليل.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM

مقاييس الـ NCTM

1- الأعداد والعمليات.
2- الجبر.
3- الهندسة.
4- القياس.
5- حل المسائل.
6- التعليل والبرهان.
7- الاتصالات.
8- الارتباطات.

الاتحاد الوطني لعلم هندسةالروبوت NREC - أكاديمية علم الروبوت.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM

6-8 الأرقام والعمليات

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
*تشتمل **الأرقام والعمليات** على* • فهم الأرقام وطرق تمثيلها والعلاقة بينها وبين نظم الترقيم. • وفهم معنى العمليات وكيف ترتبط بالعمليات الأخرى. • الحساب بطلاقة والتقدير الواقعي (المنطقي).	**يستخدم علم الروبوت الأرقام والعمليات في العديد من نشاطات المنهاج.** • المسننات والعزم. • الاحتكاك. • الرافعات. • السيور والبكرات. • مقدمة في الحساسات. • حساسات اللمس ومبادئ الإكترونيات. • حساسات الضوء والطيف الكهرطيسي. • حساسات الحرارة والرسم البياني. • حساسات الدوران و المحيط. • حساب السرعة باستخدام حساسات الدوران.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM

8-6 الجبر

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
*يشتمل **الجبر** على* • عرض وتمثيل الحالات الرياضية والبنى باستخدام الرموز الجبرية. • استخدام الأمثلة الرياضية لعرض وفهم العلاقات الكمية. • تحليل التغير في العديد من المواضع (contexts).	**إن نشاطات علم الروبوت المتعلقة بالجبر تشتمل على التالي:** • العبارات الشرطية. • تعدد المهام. • المتحولات. • برمجة الحساسات. • الوظائف. • الإيجاز والروتينات الفرعية. تتطلب جميع الأبحاث من الطلاب ما يلي: • تعقب البيانات. • تحليل البيانات. • تمثيلها في مخطط بياني أو جدول أو معادلة.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM
6-8 الهندسة

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
صف بدقة وصنف وافهم العلاقة المتبادلة بين الأجسام ثنائية الأبعاد والأجسام ثلاثية الأبعاد باستخدام خصائصها المميزة. حدد موقعاً ما وصِف العلاقة الفضائية باستخدام الإحداثيات الهندسية وباستخدام أنظمة تمثيلية أخرى.	**إن نشاطات علم الروبوت المتعلقة بالهندسة في هذا المنهاج تشتمل على التالي:** • حساسات الدوران والمحيط. • حدد أمكنة لتبرمج الإنسالي لينتقل من نقطة لأخرى.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM
6-8 القياس

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
القياس • افهم الخواص القابلة للقياس للأجسام والوحدات والأجهزة وقم بالقياس. • طبق التقنيات المناسبة والأدوات والقوانين (الصيغ) لتحديد القياسات.	**ينصَب علم الروبوت على القياس الرياضي في الفعاليات التالية:** • المسننات والسرعة. • المسننات والعزم. • الاحتكاك. • الرافعات. • السيور والبكرات. • البرمجة. • حساسات الدوران. • حساسات الضوء.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM
6-8 حل المسائل

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
حل المسائل • ابن معرفة رياضية جديدة من خلال حل المسائل. • حل المسائل الرياضية. • طبق وكيّف استراتيجيات مناسبة لحل المسائل. • راقب واعكس ذلك على طرق حل المسائل.	بعد الدروس التمهيدية لكل وحدة يوجد مسائل تصميمية قابلة للتعديل التي تشتمل على التصميم والبناء وبرمجةالروبوت (ذاتية الحركة). إن هذه المسائل مرنة ويمكن للأستاذ الماهر أن يعدلها ليركز على النقاط الرياضية التي تحتاج للتدخل عند الطالب.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM
6-8 التعليل والبرهان

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
التعليل والبرهان • تعرف على التعليل والبرهان كسمات أساسية للرياضيات. • اعمل وابحث في التوقعات الرياضية. • طور وقيم حججاً رياضية وبرهنها. • اختر واستخدم أشكالاً متنوعة للتعليل وأفكاراً للبرهان.	إن كل الأبحاث التي تحتاج إلى حلها من قبل الطلاب تشتمل على جمع البيانات وفحص العينات وعكس اكتشافاتهم. يجب على الطلاب أن يبحثوا بشكل علمي ثم ينقلوا ما تعلموه للتو.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM
6-8 الاتصالات

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
الاتصالات • تنظم وتعزز تفكيرهم الرياضي عبر الاتصالات. • تنقل تفكيرهم الرياضي بشكل مفهوم وواضح للآخرين والمعلمين وغيرهم. • استخدم لغة الرياضيات لتعبر عن الأفكار الرياضية بدقة.	هي فعالية يمكن ضمها في كل بحث. يُطلب من الطلاب عرض العمل الذي أتموه رقمياً. وفي بعض الصفوف يشاهِد الأستاذ هذا العرض وفي صفوفٍ أخرى يقدم الطلاب العرض. وفي كلا الصفين يجب على الطلاب تنظيم أفكارهم رياضياً ومشاركة الآخرين بها.

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات NCTM
6-8 الارتباطات

المواصفات القياسية للمجلس الوطني لمعلمي الرياضيات	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
الارتباطات • ميز واستخدم الارتباطات عبر الأفكار الرياضية. • افهم كيف تترابط الأفكار الرياضية وتبنى على أفكار أخرى لإنتاج مفهوم مترابط (متماسك). • ميز وطبق الرياضيات على المفاهيم غير الرياضية.	هي فعالية يمكن ضمها في كل بحث. يُطلب من الطلاب عرض العمل الذي أتموه رقمياً. وفي بعض الصفوف يشاهِد الأستاذ هذا العرض وفي صفوفٍ أخرى يقدم الطلاب العرض. وفي كلا الصفين يجب على الطلاب تنظيم أفكارهم رياضياً ومشاركة الآخرين بها.

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني ITEA
تمت عنونتها في وحدات علمالروبوت

تشاهد أدناه ارتباطات تعريف كيفية استخدام علمالروبوت ليتماشى مع المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني. اضغط على النص أدناه لمعرفة المزيد.

المواصفات القياسية للجمعية الوطنية للتعليم التقني ITEA
1- طبيعة التقنيات.
2- التقنيات والمجتمع
3- التصميم.
4- إمكانيات العالم التقني.
5- العالم المصمَّم.

الاتحاد الوطني لعلم هندسةالروبوت NREC - أكاديمية علمالروبوت.

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقنيITEA

طبيعة التقنيات

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
المواصفات القياسية 1 و3 **طبيعة التقنيات** 1- يفهم الطلاب المميزات وهدف التقنيات. 3- يفهم الطلاب العلاقة بين التقنيات و الارتباطات بين التقنيات ومجالات أخرى للدراسة.	**تغمس الوحدات التالية الطلاب في التقنيات المتعلقة بعلمالروبوت.** • وحدة المقدمة. • الحساسات. • الميكانيك. • البرمجة.

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقنيITEA

التقنيات والمجتمع

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
المواصفات القياسية 4 و5 **التقنيات والمجتمع** 4- يفهم الطلاب الآثار الثقافية والاجتماعية والاقتصادية والسياسية للتقنيات. 5- يفهم الطلاب دور المجتمع في تطوير واستعمال التقنيات.	**تساعد الوحدات التالية الطلاب في فهم الارتباط بين التقنيات والمجتمع.** • وحدة المقدمة. • وحدةالروبوت الحقيقية.

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقنيITEA

فهم التصميم

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
المواصفات القياسية 8-9-10 **التصميم** 8- يفهم الطلاب الصفات المميزة للتصميم. 9- يفهم الطلاب التصميم الهندسي. 10- يفهم الطلاب دور الإصلاح والبحوث والتطوير والاختراع والإبداع والتجريب في حل المشاكل.	**تغمس الوحدات التالية الطلاب في القضايا المتعلقة بالتصميم.** • المسننات والسرعة. • المسننات والعزم. • الاحتكاك والروافع. • السيور والبكرات. • حساسات اللمس ومبادئ الإلكترونيات. • حساسات الضوء والطيف الكهرطيسي. • حساسات الحرارة والرسم البياني. • حساسات الدوران والمحيط. • قياس السرعة وحساسات الدوران.

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقنيITEA

إمكانيات العالم التقني

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
المواصفات القياسية 11 و12 **إمكانيات العالم التقني** 11- يفهم الطلاب إمكانية تطبيق عملية التصميم. 12- يفهم الطلاب إمكانية استخدام و المحافظة على المنتجات التقنية والأجهزة.	**تدعو هذه النشاطات الطلاب لتطوير خبرات تقنية مفيدة.** • المسننات والسرعة. • المسننات والعزم. • الاحتكاك والروافع. • السيور والبكرات. • حساسات اللمس ومبادئ الإلكترونيات. • حساسات الضوء والطيف الكهرطيسي. • حساسات الحرارة والرسم البياني. • حساسات الدوران والمحيط. • قياس السرعة وحساسات الدوران.

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقنيITEA

العالم المصمَّم

المواصفات القياسية للاتحاد العالمي للتعليم التقني	مفاهيم علم الروبوت التي تماشي هذه المواصفات القياسية
المواصفات القياسية 16-17-18-19 **استخدام التقنيات لتصميم المستقبل** 16- يفهم الطلاب تقنيات الطاقة والقدرة ويصبحوا قادرين على اختيارها واستخدامها. 17- يفهم الطلاب تقنيات المعلومات والاتصالات ويصبحوا قادرين على اختيارها واستخدامها. 18- يفهم الطلاب تقنيات النقل ويصبحوا قادرين على اختيارها واستخدامها. 19- يفهم الطلاب تقنيات التصنيع ويصبحوا قادرين على اختيارها واستخدامها.	**تغمس الوحدات التالية الطلاب في عمليات التصميم وقضاياها** • المسننات والسرعة. • المسننات والعزم. • الاحتكاك والروافع. • السيور والبكرات. • حساسات اللمس ومبادئ الإلكترونيات. • حساسات الضوء والطيف الكهرطيسي. • حساسات الحرارة والرسم البياني. • حساسات الدوران والمحيط. • قياس السرعة وحساسات الدوران.

من كلمات المتعلّمين أنفسهم

نورد هنا بعض التعليقات الواردة من المشاركين في دورات وبرامج الروبوت

إن هذه التعليقات هي مجرّد مؤشرات لما تمّ اكتسابه علمياً من قبل الصف كلّه.

عن المنطق: " لقد دمج هذا البرنامج ما نسمّيه عادةً بتفكير الدماغ الأيمن والدماغ الأيسر. وفي الحقيقة، إن وجه الإبداع هنا أنه عليك استخدام المنطق وتنفيذ هذا المنطق".

عن مهارات التفكير: " لقد كان شعور الإنجاز عظيماً لدينا عند الإنتهاء، إنها تجربة ناجحة فأنا أعتقد بأن مهارات التفكير المنطقي قد تطوّرت لدي".

عن التعاون: " إنها تجربة تقودنا تلقائياً إلى التعاون للتعلّم والذي أجده شخصياً أمراً مفيداً".

عن المعرفة : لقد كانت : تجربة اختبار بالنسبة لي فهذه هي المرّة الأولى التي أقوم فيها بالبرمجة، وأنا أقوم بهذا لأنني أحب المعرفة الناتجة في النهاية، فهي مسألة بناء و ليست مسألة نظريات لنفهمها".

الابداع : كنت احلم دائما بتطوير نموذج معين لجهاز وكانت تواجهني دائما عقبات استطعت التغلب عليها من خلال مادة الروبوت وقد قمت بانتاج روبوت من ابتكاري .

عن البرمجة: " في البداية كنت قلقاً من الناحية المتعلقة بالبرمجة فهي تجربتي الأولى لذلك كان علي أن أفكر أولاً مالذي أريد أن أقوم به، لكن في النهاية كان الأمر ممتعاً ".

عن المعرفة المكتسبة: " أستطيع أن أرى بوضوح أننا حصلنا على دورة للبرمجة مع الإختبار والمراجعة المستمرة، ولقد تخلصنا نهائياً من الأخطاء المتكررة".

عن البرنامج : " مررت بعدة تجارب ودورات وورش عمل ما وجدته في برنامج الروبوت يجمع الكثير الكثير مما اخذته ويتميز بالجانب العملي التطبيقي "

" كنت متخوفا في البداية فالموضوع ليس بالامر السهل ولكن عندما بدانا به شعرت بالراحة التامة فلم اكن اتوقع ان انجز ما انجزته "

" اتوقع ان ابدأ مباشرة بتنفيذ البرنامج في مدرستي ، وسوف احرص على ان يمر اكبر عدد من الطلبة في هذه التجربة "

" لم اكن اتوقع ان ما اتخيله يمكن ان يصبح حقيقة ، فقد استطعت ان اتخليل سيارة بنظام دفع خلفي وقد قمت بتصميمها فعلا وامل ان ا ستطيع عرضها في المعرض العلمي القادم .

"

المراجع :

1. Lego Mindstorms and the Growth of Critical Thinking
Bernard Ricca /School of Education /Dominican University
Evelyn Lulis / CTI / DePaul University
Dennis Bade / John S Clark / Elementary School

2. **Illinois State Board of Education (2003) State Goal 11**. Author. Retrieved 2 May 2006 from http://isbe.net/ils/science/pdf/goal11.pdf.
Kay, J. S. (2003) Teaching robotics from a computer science perspective. The Journal of Computing in Small Colleges, v.19 n.2, p.329-336.

3. Using robotic technology as a constructionist mindtool in knowledge construction
Savage, T.; Sanchez, I.A.; Oapos;Donnell, F.; Tangney, B.

4. Some thoughts on robotics for education
Jacek Malec / Department of Computer Science / Lund University

5. Bajracharya, M., and Olsson, E. 2001. A low-cost, high-performance robotics platform for education and research.
In Proc. 2001 AAAI Spring Symposium on Robotics and Education. AAAI. This volume.

6. Wikibida ويكبيديا

مجموعة من مواقع الانترنت والمقالات الموثقة مع الشكر لاصحابها
الصور تم الحصول عليها من خلال عدة مواقع من الانترنت