الفصل الخامس

العِلـم والمجتمـع المُعاصـر
وتنميّـة الذوق والحِس العلمي لدى الأطفال

- مُقدِّمَة.
- العِلْم والمجتمع المعاصر.
- أمثلة على دور العلم في حياتنا المُعاصرة.
- العلماء وإنجازاتهم العلميّة.
- صفات وسِمَات وخِصال العُلماء على مرّ العصور.
- التنور العلمي وأهمّ مصادره وكيفية تنميته.
- التذوق والحسّ العلمي لدى الأطفال.

الفصل الخامس

العِلْم والمجتمع المعاصر
وتنميّة التذوق العلمي لدى الأطفال

مُقدِّمَة:

يتصف عالمنا المُعاصر بالتغيُّر السريع والتطور الهائل في مجال العلم والتكنولوجيا، وكان للتغير السريع والأخذ بالاتجاه العلمي على نطاق واسع والتطبيقات العلميّة لنتائج العلوم المختلفة أثر واضح في تزايد المعرفة بصورة كبيرة في جميع الميادين، وأصبح العالم يمر بثورة في المعلومات في شتى مجالات الحياة، كما غدا العلم وتطبيقاته مقترنين بالمجتمع المُعاصر.

فالعلاقة بين العلم والمجتمع المعاصر علاقة وطيدة، ويبدأ هذا الفصل بتوضيح هذه العلاقة فيتناول دور العلم في حياتنا المعاصرة، ويعطي أمثلة على ذلك من قطاعات الحياة المختلفة: الصناعية، والاقتصادية، والاجتماعية، والعسكرية، والتربوية. كما يستعرض هذا الفصل سيّر حياة بعض العلماء العرب، والغرب قديمًا وحديثًا، مبينًا أهم صفاتهم وسماتهم على مرّ العصور، كما يستعرض أهم إنجازاتهم العلمية.

كما يستعرض هذا الفصل، معنى التنوّر العلمي، وأهم مصادره، وكيفية إثرائه، سواءً من قبل المناهج، أو من قبل المعلم.

كما يتناول هذا الفصل مفهوم التذوق العلمي، وكيفية تنميته لدى الأطفال.

١- العلم والمُجتمع المُعاصر:

نحن نعيش اليوم في عالم سريع التغيُّر؛ لأننا نعيش عصر العلم، عصر الآلات الحاسبة الإلكترونية، وأجهزة تسجيل الصوت المُجسَّم، والتليفزيون الملون الذي يعرض صورًا من كافة أنحاء الأرض، عصر الطائرات العملاقة والصواريخ

والمركبات الفضائية والوصول إلى القمر والكواكب، عصر أشعة الليزر ومجالات استخدامها المتنوعة، عصر الطاقة النووية والطاقة الهيدروجينية، وعصر الهندسة الوراثية والاستنساخ، إلى غير ذلك.

إنَّ التغيُّرات الناشئة من التقدم العلمي والتكنولوجي هائلة كمًا وكيفًا، وتؤثر على الأفراد والمجتمعات والأمم، وليست كل التغيُّرات الحادثة في عالم اليوم تعدُّ سبب سعادتنا وهناء حياتنا؛ فكثير منها لها أضرار بالغة على صحتنا وحياتنا، فتلوث البيئة أصبح ظاهرة نشعر بها جميعًا، فلم تعد البيئة قادرة على توازن عناصرها، فأصبح جوّ المدن ملوثًا بالغازات المتصاعدة من مداخن المصانع ومن عوادم السيارات، وزادت نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون في الجو، مما أثر في ارتفاع درجة حرارة الجو، مما أوجد ظاهرة الاحتباس الحراري التي بسببها ستتآكل شواطئ المدن الساحلية، بل ستتآكل أيضًا بعض هذه المدن الساحلية، وأثرت بعض المركبات الكيميائية في طبقة الأوزون التي توجد بالغلاف الجوي، مما زاد تعرض الإنسان للأمراض الخطيرة، وكذلك التلوث البيئي بمخلفات البترول والمبيدات والمخصبات والنفايات النووية؛ مما سبب تعرض الإنسان للأمراض الخطيرة، وكذلك التلوث البيئي بمخلفات البترول والمبيدات والمخصبات والنفايات النووية؛ مما سبب خطورة على حياة الإنسان والحيوان والنبات.

هذا بخلاف الآثار الضارة على سكان المدن، والحوادث اليومية التي يروح العديد من البشر ضحايا لها سواءً ضحايا سيارات، أو قطارات أو طائرات، أو سفن، وغير ذلك من الأضرار الناتجة من التقدم العلمي والتكنولوجي للإنسان على وجه الأرض.

ومع هذه الأضرار فإننا لا نستطيع العودة إلى حياة الأجداد؛ لأننا ننهم -رغم الأضرار سالفة الذكر- بالعلم وكل تطبيقاته في حياتنا المُعاصرة- فلقد صار العلم قوة عملاقة تقوم بدور هائل في عالمنا المعاصر يعيش ثورة علمية وتكنولوجية ضخمة؛ حيث شهدت السنوات القليلة الماضية تحولات علمية وتكنولوجية كبيرة في جميع مناحي الحياة، ولعل التدفق الهائل في المعلومات العلمية وتطبيقاتها لخير

دليل على ذلك؛ حيث انتشرت وسائل الاتصال وأصبح الحصول على المعلومات في جميع المجالات تتم من خلال الشبكات، مثل شبكة الإنترنت Internet، وشبكة الاجتماع بالفيديو عن بعد Video Conference، ووصلات الأقمار الصناعية، وغيرها من التكنولوجيات الحديثة، كل ذلك أدى إلى أن يكون المجتمع العالمي أشبه بقرية صغيرة، وأصبح أي مجتمع لا يساير أو يواكب باقي المجتمعات الأخرى مُنعزلًا عنها ومحكومًا عليه بالتخلف عن التقدم العلمي.

معايير المجتمعات الحديثة المُتقدِّمة:

أوضح مارتين Martin أن هناك خمسة معايير تقاس على أساسها المجتمعات الحديثة تتعلق بالجوانب التكنولوجية، والاجتماعية، والاقتصادية، والسياسية، والثقافية، كما يلي: (أحمد النجدي وآخران، ٢٠٠٢، ٢١).

أ- المعيار التكنولوجي:

تصبح تكنولوجيا المعلومات مصدر القوة الأساسية، ويحدث انتشار واسع لتطبيقات المعلومات في المكاتب، والمصانع، والمؤسسات التعليمية والمنازل.

ب- المعيار الاجتماعي:

يتأكد دور المعلومات والتكنولوجيا كوسيلة للارتقاء بمستوى المعيشة من حيث: السكن، والتغذية، والصحة والاتصالات، والتعليم، والترويح، وينتشر وعي الكمبيوتر على مستوى عالٍ من الجودة.

جـ- المعيار الاقتصادي:

تبرز المعلومات والتكنولوجيا كعامل اقتصادي أساسي، سواءً كمورد اقتصادي، أو كخدمة أو سلعة أو كمصدر لتوفير فرص جديدة للعمالة.

د- المعيار السياسي:

تؤدي حرية المعلومات إلى تطوير وبلوة العملية السياسية وذلك من خلال مشاركة أكبر من قبل الجماهير، وزيادة معدل إجماع الرأي.

هـ- المعيار الثقافي:

يحدث تنوع في كافة المجالات الثقافية وتطورها، والاعتراف بالقيم والثقافية للمعلومات مثل: (احترام الملكية الفكرية، والحرص على حرمة المعلومات الشخصية، والصدق الإعلامي، والأمانة العلمية... إلى غير ذلك) وذلك من خلال ترويج هذه القيم من أجل الصالح القومي وصالح الأفراد على حدٍ سواء.

وإذا كانت هذه المعايير سالفة الذكر تبيّن تقدم المجتمعات لوصول كل منها إلى مجتمع المعلومات الحديث المُتقدم، فإن هناك معايير أخرى للمجتمعات التي تتصف بالتخلف المعلوماتي.

معايير المجتمعات التي تتصف بالتخلُّف المعلوماتي:

يمكن تحديد هذه المعايير في النقاط التالية:

أ- غياب الروح العلمية:

وينعكس هذا في مظاهر اجتماعية عديدة مثل: انعدام الثقة في البحث العلمي وجدوى الحلول العلمية، وعدم تقدير العلميين، وانقطاع معظم المتعلمين عن تحصيل العلم بمجرد تخرجهم من الجامعات، أو حصولهم على درجاتهم العلمية، وأيضًا بدائية الحوار، وعدم احترام حدود التخصص العلمي والمهني.

ب- القضاء على الروح الابتكارية لدى النشء:

وذلك بتقييد حرية التفكير والحركة لديهم، وتثبيط همم المبتكرين والمبدعين، وسيطرة متوسطي الآراء وأنصاف الموهوبين على المراكز القيادية الحساسة.

جـ- قصور خدمات المعلومات:

وذلك سواء قلة المُتاح منها، أو قلة الطلب على هذا المُتاح من قبل الطلاب الباحثين، أو من أصحاب المهن المختلفة، وعدم استغلال المعلومات المتوافرة في عملية اتخاذ القرارات التي يسودها غالبًا طابع الحدس والعفوية.

د- تضخم البيروقراطية:

وبطء تجاوب هذه البيروقراطية مع المشكلات الاجتماعية، وتقديس الإجراءات الروتينية على حساب تحقيق الأهداف المنشودة.

هـ- الانفصام الثقافي:

وذلك بين التخصصات العلمية والفنيّة، وتخصصات الإنسانيات؛ مما يؤدي إلى تعذر إقامة الحوار بينها في إطار الدراسات مُتعددة التخصصات.

و- ضعف النشر:

وخاصة النشر العلمي، وبطء حركة الترجمة، وانخفاض معدلات إصدار الكتب والمجلات العلمية والمهنية، سواء بالعربية أو بالإنجليزية.

ز- الاعتماد على الخبرة الأجنبيّة:

وعدم الثقة في الخبرة الوطنية، وذلك سواء في التصميم، أو التشغيل، أو التطوير، ويرجع في ذلك كله إلى خبراء أجانب.

قصور في أداء العُلمـــاء:

فيتحوَّل كثير من العلماء من صُنَّاع علم إلى رواة عن العلم وإنجازاته، وعدم تشجيعهم للدراسين على اكتساب قدرات ومهارات للتفكير العلمي، وعمليات العلم والاتجاهات العلمية.

مما سبق يتضح أن المجتمعات المُتخلِّفة هى في حقيقتها مجتمعات ترتبيتها متخلفة في عصر يقوم فيه التقدم والازدهار وتقوم فيه الحضارة على العلم والتكنولوجيا، وأصبحت الشعوب والمجتمعات تتربى تربية هادفة مقصودة، إذا أرادت أن تعيش عصرها وتتفوق فيه، والعيش بمقاييس العصر حياة مخططة ومصنعة تنهض بها مفاهيم وتصورات وقدرات وكفاءات وقيم واتجاهات، وهذه كلها ثمرة علم، وتعليم وتعلم، فهذا العصر الذي نعيشه عصر جد وعمل دائب، واختراعات مذهلة، وتطورات سريعة، وطفرات مدهشة.

إنَّ العصر الحديث يتسم بما يسمى «الثورة العلمية التقنية»، وهي طابع علمي شامل لكل ما يحدث في هذا العصر من حضارة وازدهار، وهي ثورة تسير في طريق التقدم والأمن والرخاء سيرًا حثيثًا دونما حدود أو موانع، ويمكن القول: «إن الإنسان المعاصر يكتب الآن تاريخه بمداد من العلم والإيمان، وهو واقف على أبواب مستقبل يرجى أن يكون مزدهرًا ومأمونًا، فلقد انتشرت تطبيقات تكنولوجيا المعلومات في شتة المجالات، وعلى جميع المستويات، في المصانع والحقول ومكاتب الإدارة، وفصول المدارس، وقاعات الجامعات ومن غرف العمليات إلى غرف المعيشة، ومن سفن الفضاء إلى أدوات المطبخ، وعلى ما يبدو لا حدود في المجالات المختلفة للإنتاج والخدمات والبحوث، والتطوير في قطاعات: المال والاقتصاد، والتصنيع، والغذاء والتغذية، والطب والدواء، والنقل والمواصلات، والتعدين والثروة المعدنية، وفي المجال العسكري، والإعلان، وشئون البيئة، وغيرها.

أمثلة لبعض تطبيقات تكنولوجيا المعلومات المُختلفة:

أولاً: قطاع المال والاقتصاد:

أ- آلية أعمال البنوك التي تستهدف:

- تحسين الخدمة.
- سرعة ضبط الحسابات.
- مُساندة الرقابة المالية على البنوك.

ب- تحويل الأموال إلكترونيًا Electronic fund transfer:

- سرعة الخدمة.
- تقليل العمل الورقي للعمليات بين البنوك.

جـ- إقامة النماذج الاقتصادية Econometric Modeling التي تستهدف:

- تحليل أداء النُظُم الاقتصادية، وتقييم الإستراتيجيات.

د- **إدارة الاستثمارات Investment Management التي تستهدف:**

- تعظيم عائد الاستثمارات.
- تقليل المخاطر.

هـ- **نُظُم معلومات أسواق الأوراق المالية Stock Exchange Information Systems والتي تستهدف:**

- فورية بث المعلومات للمتعاملين.
- سهولة استخراج إحصائيات تغيُّر أسعار الأسهم والإيرادات.

ثانيًا: قطاع التصنيع:

أ- **آلية المصانع Factory Automation التي تستهدف:**

- تقليل كُلْفَة الإنتاج (العمالة – المواد الخام – الطاقة).
- تحقيق دقة ومرونة أعلى.

ب- **التصميم بمساندة الكمبيوتر Computer Assisted Design الذي يستهدف:**

- سرعة التعديل وتعدُّد تجارب التصميم.
- توفير جهد ما بعد التصميم من خلال قيام النظام الآلي بتحديد قائمة المكونات والمواد الداخلة فيه.

ثالثًا: قطاع الغذاء والتغذيّة:

أ- **إدارة المزارع والصوبات Farms and reen house Management التي تستهدف:**

- زيادة إنتاجية الأرض.

- تحديد أنسب الطُرُق لاستغلال المُخصبات الزراعية.
- تقليل فاقد الإنتاج.
- تحديد أنسب الطُرُق لمقاومة الآفات.

ب- إدارة موارد الري Irrigation Control Management التي تستهدف:

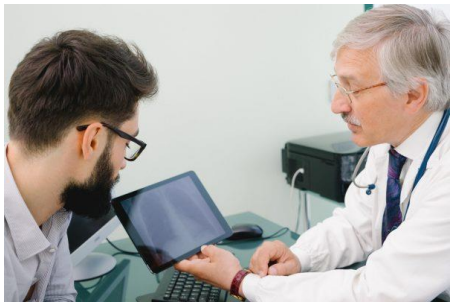
- تقليل الفاقد من المياه.

جـ- تطبيقات الهندسة الوراثية في تنمية الثروة الحيوانية التي تستهدف:

- تعظيم إنتاج البروتين الحيواني، واستحداث فصائل جديدة.

رابعًا: قطاع الطبّ والدواء:

أ- النُظُم الخبيرة لتشخيص الأمراض Expert Diagnostic Systems التي تستهدف:



- معاونة الطبيب البشري على تشخيص الأمراض.
- تدريب الأطباء الجُدد.
- إتاحة استثمارات طبية أفضل للمناطق النائية.

ب- نُظُمْ المعلومات الدوائية Pharmaceutical Information systems التي تستهدف:

- مُساندة البحث العلمي في مجال الدواء.
- إرشاد الأطباء والمرضى إلى الجديد في مجال الدواء.

جـ- الرقابة على غُرَف العناية المُركزة Intensive Care Monitoring التي تستهدف:

- تقليل عُنصر المخاطرة ضد الإهمال البشري.
- دقة مُتابعة حالة المرضى.

خامسًا: قطاع النقل والمواصلات:

أ- نُظُم الحجز المركزي Central Reservation Systems التي تستهدف:

- تحسين خدمات الحجز على القطارات والطائرات والحافلات.
- حُسْن استغلال المقاعد المُتاحة.

ب- نماذج إدارة وتخطيط المرور Traffic Management Models التي تستهدف:

- التحكم في إشارات المرور لتقليل الاختناقات.
- الإسهام في تخطيط المُدن والميادين.

جـ- السنترالات والشبكات الرقمية Digital Central Switches & Networks التي تستهدف:

- تحسين خدمات الاتصال.
- تقليل الأعطال في هذه الخدمات.
- زيادة سعة قنوات الاتصال.

سادسًا: قطاع التعدين والثروة المعدنية:

أ- تحليل المواد وتخليقها Material Analysis &Synthesis الذي يستهدف:

- تحليل البنى الجزيئية للمواد غير المعروفة.
- التخطيط لسلسلة تفاعلات لتوليد مواد عضوية جديدة.

ب- اكتشاف مواقع الثروة المعدنية **Exploration of Geological Deposits**

الذي يستهدف:

- مسح مناطق شاسعة بالاستشعار عن بُعد وتحديد احتمالات وجود المواد الطبيعية بدرجة يقين عالية.

جـ- ترشيد استهلاك الطاقة **Rationalization of Energy**

الذي يستهدف:

- تقليل فاقد الطاقة، واستحداث مصادر جديدة للطاقة.

سابعًا: القطاع العسكري:

أ- نُظُم الدفاع الجوي المُتقدمة **Advanced Air Defence Systems** التي تستهدف:

- سرعة التجاوب مع الصواريخ الهجومية، والتصدي لعدد كبير منها في الوقت نفسه.

ب- توجيه الصواريخ والقنابل **Rockets and Bombs Guidance** ويستهدف:

- زيادة دقة التصويب وفاعلية قوة النيران.

جـ- نُظُم المعلومات لمساندة التدريب والاستعداد **Military Training Simulators** التي تستهدف:

- تدريب المقاتلين في بيئة تُحاكي ظروف المعارك الحقيقية.
- تقليل الوقت اللازم للاستعداد القتالي.

ثامنًا: قطاع التعليم والتدريب:

أ- **برامج الكمبيوتر المساندة Computer Assisted Instruction and Learning والتي تستهدف:**

- زيادة إنتاجية المُعلِّم والطالب في مواجهة تضخم المادة التعليمية وتعقدها.

ب- **التدريب من خلال المُحاكاة Simulation Based Training الذي يستهدف:**

- اكتساب المهارات مع تقليل المخاطر على البشر والمعدات.

جـ- **نُظُمْ المعلومات التربوية Educational Information Systems وتستهدف:**

- الإفادة من جهود البحوث والتنظير في مجال التعليم.

تاسعًا: قطاع الإعلام:

أ- **استخدام شبكات الفيديوتكس Video-tex Systems:**

- تقديم خدمات معلوماتية متنوعة للمنازل والمكاتب، كالتسويق وإجراء المعاملات المصرفية من المنازل.

ب- **وسائل الترفيه الإلكترونية Electronic Entertainment التي تستهدف:**

- إتاحة عدد هائل من قنوات ومواد الإرسال الترفيهية.

عاشرًا: قطاع الشئون البيئية:

أ- الإنذار المُبَكِّر للكوارث البيئية Flood and Earthquake Prediction الذي يستهدف:

- تقليل الخسائر البشرية وغير البشرية الناجمة عن هذه الكوارث.

ب- نُظُمْ المعلومات البيئية Environment Information Systems التي تستهدف:

- مُتابعة التغيُّرات المناخية.
- متابعة ثقب الأوزون.

مما سبق يتضح الدور الهائل للعلم والتكنولوجيا في حياتنا المُعاصرة وحياة المُجتمع المُعاصر، ويتضح ذلك تمامًا من مقارنة الحياة اليومية لمجتمع حديث ومُتقدم بالحياة اليومية لمجتمع بدائي متخلف.

وإذا كان العلم -بتدفق معلوماته واستخدام تطبيقاته- يؤثر في كافة عناصر المجتمع؛ فإن المجتمع أيضًا يؤثر في العلم ويدفع عجلة التقدم العلمي إلى الأمام، وذلك عن طريق المؤسسات التعليمية التي ينشئها ويرعاها ويتيح لها الإمكانات البشرية مما يمكنها من أن تقوم بعملها.

فالمدارس والمعاهد والكليات تهتم جميعها بالتربية العلمية Science Education لأفراد المجتمع؛ حيث ينتشر الفهم للعلم وطرائقه بين هؤلاء الأفراد، فيستطيعون متابعة الأحداث والتطورات العلمية والتكنولوجية، وعن طريق تلك التربية يمكن أن يكون أفراد المجتمع هؤلاء سندًا للعلم وللعلماء، تُقَدَّر جهودهم، ويُعْمَل على تهيئة الإمكانات المُناسبة لهم، وأيضًا عن طريق التربية العلمية يمكن أن تعد القاعدة العريضة التي تفتح المجال للانتقاء والاختيار وظهور الكفاءات والمواهب العلمية، وبالتالي يمكن إعداد الأخصائيين والفنيين.

إنَّ علاقة العلم والمجتمع علاقة تأثير وتأثر، وهذا ما أكدته جمعية مُعَلِّمي العلوم الوطنية الأمريكية Teachers Association National Science حيث حددت خصائص الفرد المُتعلِّم علميًا وتكنولوجيًا، التي من أهمها ما يلي:

١- أن يفهم كيف يؤثر المجتمع في العلم والتكنولوجيا، وأيضًا كيف أن العلم والتكنولوجيا يؤثران في المجتمع.
٢- يفهم أن المجتمع يتحكم في العلم والتكنولوجيا من خلال المصادر المتنوعة.
٣- يتعرف أهمية وحدود العلم والتكنولوجيا في تقدم الأفراد والمجتمعات والأمم.

العلمـاء وإنجازاتهـم العلميّـة:

العلماء هم أشخاص قد تدربوا في ميادين العلم المتنوعة التي تهتم بدراسة الظواهر المختلفة من خلال عمليات مثل: الملاحظة، والتفسير، والتجريب، وفرض الفروض، والتحليل والتركيب، والتقويم، والاستقراء، والاستنباط، والاستدلال، إلى غير ذلك من العلميات العقلية.

وهم في ذلك يتميّزون باتجاهات علمية مثل: حب الاستطلاع، والموضوعية، والمُثابرة، وتحمل الشدائد والتفتح الذهني.

كما أنهم يتميّزون بالقيم العلمية مثل: تقدير عظمة الخالق سبحانه وتعالى، وتقدير العلم والعلماء، والأمانة العلمية، والتواضع، والعمل لخير البشرية.

وهم يكملون مجهوداتهم بالعديد من الإجراءات التجريبية والإحصائية للكشف عن الأسرار العجيبة للكون الذي نعيش فيه.

وتُسمى الأنشطة التي يقوم بها العلماء بـ «عمليَّات العلم Scientific Processes» وتسمى ما يُتَوَّصَل إليه من اكتشافات واختراعات بـ «إنتاجات العلم Scientific Products»، ويُطلق على تفكير العلماء اسم «التفكير العلمي Scientific Thinking»، الذي يستهدف دراسة الظواهر المُختلفة، والتنبؤ بها

والحكم عليها، كما يستهدف حلّ المشكلات المختلفة، وهذا النوع من التفكير يتصف بسمات معينة أهمها ما يلي:

- أنه نشاط عقلي مُنظَّم يترتب بطريقة مُحدَّدة ومُنظمة عن وعي، ويتصف بالدقة والضبط ويقوم على الواقع والمشاهدة، ويدعو الأفراد إلى استخدام حواسهم في الوصول إلى الحقائق والمعارف المختلفة، ويعتمد في ذلك على الملاحظة العلمية الدقيقة.
- ويتميز التفكير العلمي بالمرونة Flexibility، فهو بعيد عن الجمود، وبعيد عن التعصب فالنتائج قابلة للمراجعة والتحقق والتطوير.
- كما يتميز هذا النوع من التفكير بالموضوعية Objectivity حيث ينصرف إلى المواقف بعناصره وأبعاده وظروفه وشروطه، وينأى قدر المُستطاع عن كل ما يتعلق بالذات.
- والتفكير العلمي ذو طبيعة تفسيرية، فلا يكتفي بالربط بين البدايات والنهايات في الأحداث وإنما يهتمّ بتتبع العمليات والتغيُّرات التفصيلية التي تنطوي عليها الظواهر موضوع البحث ويقدم تفسيرًا لهذه العمليات وتلك التغيُّرات.
- ويقوم التفكير العلمي على التحليل Analysis، ما دام أنه يهدف إلى التفسير بغرض تعرف أبسط العناصر التي تكَوِّن الظاهرة موضوع البحث، كما أنه يقوم كذلك على التركيب Synthesis، وهي صفة مُكمِّلة للتحليل، وذلك لتعرف العناصر التي يمكن تركيبها لتكون الكل أو الظاهرة.
- ويقوم التفكير العلمي كذلك على التعميم Generalization بمعنى أن الأحكام أو النتائج التي تم التوصل إليها ينبغي ألا تقتصر على تفسيرها لحالات جزئية، بل تنصرف إلى جميع الحالات الجزئية المماثلة.
- كما يتميّز التفكير العلمي -وهو تفكير العلماء القديم منهم والحديث- بإمكان اختبار ومراجعة صدق نتائجه وتعميماته، بمعنى أن قضايا العلم

وعباراته تقبل التحقق، أو التثبت من صدقها ويكون هذا التحقق في العلوم التجريبية بالرجوع إلى الواقع الخارجي، وفي العلوم المنطقية، والرياضيات بالكشف عما إذا كان هناك اتساق فيها، أو فيما بينها.

هذه لمحة سريعة عن التفكير العلمي، وسماته الذي يتحلى به العلماء، وسيتمّ لاحقًا تعرف صفات وسمات وخصال العلماء.

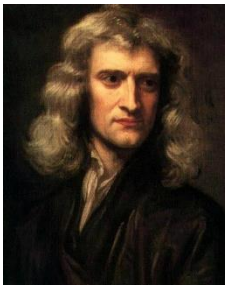
صفات وسِمَات وخِصال العلماء على مرّ العصور:

عندما نستعرض أهم صفات وسمات وخصال العلماء على مر العصور، والتي تميزهم عن سائر البشر نجد أنها ما يلي:

١- العمل الخالد المُتفرِّد:

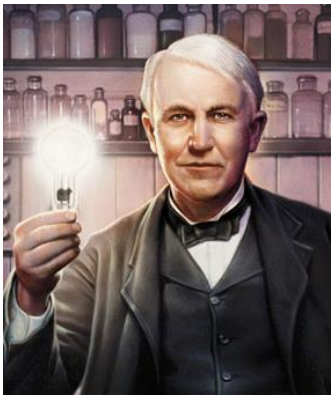
يتميّز كل عالم من العلماء على مر العصور والأجيال بعمل متفرد أو إنجاز كبير يعد السبب الرئيس في شهرته وخلوده في دنيا العلم.

فهذا «**ابن سينا** Ibn Sina» (٩٨٠ – ١٠٣٧م) أروع إنجازاته على الإطلاق إنجازاته الطبية، وعلى رأسها مؤلفه الخالد «القانون في الطب»، الذي جاء بمثابة موسوعة طبية في مليون كلمة، يفاخر بها العرب والمسلمون، ففي هذه الموسوعة خلاصة الفكر اليوناني في الطب، مع خبراته واجتهاداته الخاصة، ويقع المؤلف في خمسة كتب تختص بالطب، والأمراض والأدوية، وهو أول من حقن الإبر تحت الجلد، وأول من استخدم التخدير لإجراء الجراحات، وأول من درس أمراض المعدة والأمعاء دراسة متعمقة، وأول من فطن إلى تأثير أحوال النفس في الجهاز الهضمي.



وهذا «**إسحق نيوتن** Issac Newton» البريطاني (١٦٤٢ – ١٧٢٧م) وكتابه الخالد «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية»، فهو بأجزائه الثلاثة يُعدُّ حدثًا كبيرًا وعلامة مميزة في تاريخ العلم، بل في تاريخ البشرية قاطبة، وتضمن الكتاب

الأزل «قوانين الحركة» وتضمن الكتاب الثاني «تفاصيل هذه القوانين بإسهاب، ويضيف أفكارًا أخرى؛ مثل المقاومة والتفسير الرياضي لحركة الموجة، بينما يعد الكتاب الثالث نصرًا للذكاء الإنساني حيث يتوصل «نيوتن» إلى حساب كتلة كل من الأرض والشمس، وأثبت رياضيًا أن الأرض منبسطة عند القطبين ومنفتحة عند خط الاستواء، ووضع النظرية الرياضية للمدّ والجزر.

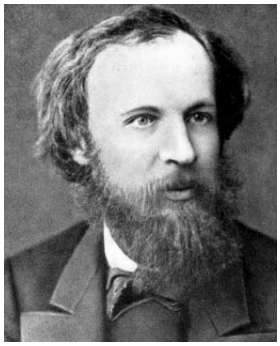


وعلى الرغم من عبقرية «**توماس إديسون** Thoms Edison» الأمريكي (١٨٤٧ – ١٩٣١م)، وكثرة اختراعاته (أكثر من ألف اختراع)، إلا أن اختراعًا واحدًا سوف يظلّ متألقًا ومنيرًا تحيط به الاختراعات الأخرى وتلتف حوله التفاف التلاميذ بأستاذهم، هذا الاختراع هو المصباح الكهربائي الذي أضاء للبشرية ليلهم.

٢- البدء فيما انتهى منه الآخرون:

كثير من النظريات والمكتشفات والمفاهيم والقوانين العلمية الكبرى لم تتم بشكل طفري وإنما كانت هناك دائمًا محاولات على الطريق، مهدت الطريق لأصحابها فلم تبدأ من الصفر.

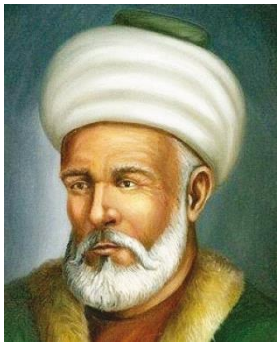
فهذا «**جون دالتون**» الإنجليزي (١٧٦٦ – ١٨٤٤م) صاحب النظرية الذرية القديمة، التي تبيّن فروضها أن المادة تتألف من دقائق صغيرة لا تنقسم ولا تنعدم، تسمى ذرات، ثم جاء بعده جوزيف طومسون الإنجليزي (١٨٥٦ – ١٩٤٠م) الذي اكتشف أن الذرة تتكون من جسيمات منها السالبة (الإلكترونات)، ومنها الموجبة (البروتونات)، وأن الأشعة السينية وهي أشعة المهبط ما هي إلا جسيمات مكهربة.



في عام ١٨٧١م قام الروسي «مندليف» بوضع جدوله الدوري الشهير والذي يصف فيه العناصر المعروفة في وقتها والتي كان عددها آنذاك (٦٠) عنصرًا، وفقًا لأوزانها الذرية فجاء العالم «موزلي» ليعدل من الجدول الدوري للعناصر، ويرتبها وفقًا لأعدادها الذرية ويكتشف عناصر جديدة.

وفي عام ١٨٩٨م اكتشفت البولونية «ماري كوري» وزوجها «بيير كوري» جسيمات «ألفا» و«بيتا» التي تنطلق على هيئة إشعاعات من عنصر اليورانيوم الخام، وفي عام ١٩٠٠م اكتشف الفرنسي «بول فيلارد» أشعة جاما التي تنطلق من العناصر النشطة إشعاعيًا.

٣- **الموهبة**:

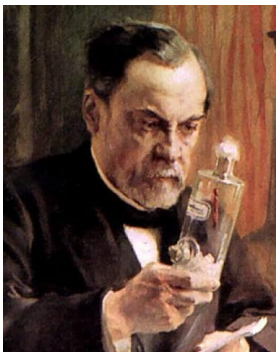


بدأت مواهب كثير من العلماء تتفتق منذ الصغر، ومن أمثلة هؤلاء العلماء:

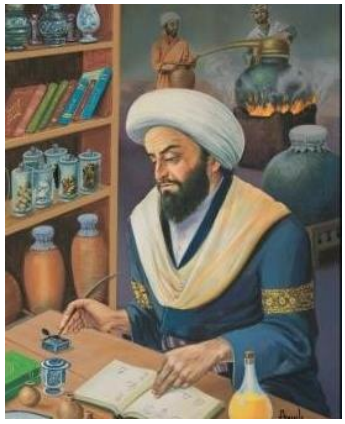
- **الفارابي** الفارسي الأصل والعربي ثقافة (٨٧٢ – ٩٥٠م) الذي كان منذ صغره مولعًا بقراءة كل ما تقع عليه عيناه من الكتب.
- وهذا **ماكسويلا** الاسكتلندي (١٨٣١ – ١٨٧٩م) صاحب النظرية الكهرومغناطيسية الذي كان منذ صغره شغوفًا بالرياضيات، وقد نال الميدالية الأكاديمية وهو ابن الرابعة عشرة.
- أما أصغر من بدت عليه بوادر النبوغ فهو الأمريكي «**توماس إديسون**»؛ إذ لاح ذكاؤه منذ أن كان رضيعًا لم يصل بعد الثانية من عمره، وهناك وقائع كثيرة تدلّ على ذلك.

٤- الصبر والمُثابرة:

لعلَّ من أهم ما يميز العلماء في جملتهم تحليهم بشيمة الصبر والمثابرة، يحدوهم الأمل في تحقيق ما يصبون إليه من أهداف واكتشافات علمية ليُسعدوا البشرية بما يصلون إليه.



فهذا «**لويس باستير** Louis Pasteur» الفرنسي (١٨٢٢ – ١٨٩٥م)، الذي يُعدُّ من أعظم الشخصيات في تاريخ الطب، رغم أنه عالم كيميائي، فقد أسهم باجتهادات كثيرة في العلوم الحديثة، ولكن فضله الأول يرجع إلى اكتشافه الجراثيم وعلاقتها بالمرض، وأيضًا اكتشافه التطعيم الوقائي، وقد أدى جلده وصبره على العمل إلى كشوف طبية عديدة رغم معاناته من بعض البشر الذين ألصقوا به وبسمعته التهم والإهانات، ورغم الكوارث التي قابلته في حياته فقد مات له ثلاثة أولاد تباعًا، كما أصابه مرض الشلل، وكان يعمل ثماني عشرة ساعة متواصلة يوميًا، في مناخ تلفه الخصومة، وتعتمه الوفاة، ويكدره المرض، ولكنه صبر حتى حقق أهدافه التي يسعى إليها.



وهذا «**جابر بن حيَّان** Jabir Ibn-Hayyam» العربي (٧٢٠ – ٨١٣م) الذي وضع قواعد المنهج العلمي التجريبي، ووصف العمليات الكيميائية والأجهزة والتجارب، وتحدث عن تكوين المعادن والتفاعل الكيميائي، والاتحاد الكيميائي، وعن الفلزات واللافلزات، واكتشف مستحضرات كيميائية وضع بها أُسسًا لعلوم البلمرات والصباغة، والسموم، وقام بتأليف مائة واثنتي عشرة مقالة في مادة الكيمياء، وسبعين مقالة أوضح فيها آراءه فيها، وكذلك كتب أربعين مقالة في علم الموازين وغيرها، فمن أين أتى بالصبر والمثابرة للقيام بكل هذا؟ بل من أين له الوقت والجهد؟

وكذلك العالم الكيميائي الفرنسي «**أنطون لافوازييه** Antoine Lavoiser» (١٧٤٣ – ١٧٩٤م) وهو من أعظم الشخصيات التي ساعدت في تطوير علم الكيمياء؛ حيث أصدر كتابه الشهير «مبادئ الكيمياء» عام ١٧٨٩م، وضع فيه إطارًا كاملًا لحقائق الكيمياء، منها أن الاحتراق معناه الاتحاد الكيميائي بين الأكسجين والمادة المشتعلة، وأوضح أن الماء ليس عنصرًا، وإنما هو مركب من الأكسجين والهيدروجين، وأكد أن الهواء مخلوط من الأكسجين والنتروجين، وكان يقضي في معلمه ساعات طويلة دون غذاء كافٍ.

٥- تحمُّل الشدائد:

كم قاسى العلماء من ويلات شخصية، ولكنهم كانوا دائمًا يتحلّون بالقدرة على الثبات ورباطة الجأش، والاستمرار في مواصلة مسيرتهم العلمية السامية، ورسالتهم الإنسانية النبيلة.

فهذا «**كبلر**» الألماني (١٥٧١ – ١٦٣٠م) مكتشف قوانين حركة الكواكب، كانت حياته كلها من المهد إلى اللحد سلسلة متصلة الحلقات من الضعف الصحي، والقلق المالي، والنكد العائلي، بيد أن كل هذه المتاعب لم تصرفه عن تأمله في النظام الشمسي جعله يخرج بقوانينه الثلاثة المعروفة التي ضمنها كتابه «الفلك الجديد».

وأيضًا «**ماري كوري** Marie Curie» من بولونيا (١٨٦٧ – ١٩٣٤م) التي قاست من الجوع في شبابها، وسقطت عدة مرات مغشيًا عليها بسببه؛ وبسبب الجهد الكبير الذي تبذله وإصابتها بمرض في الرئة اليُسرى، ومع كل هذا كانت تهتم ببيتها وزوجها وأولادها وهي تدرس لنيل درجة الدكتوراه، وتعمل في معمل رطب بارد لسنوات طويلة، ولقد فازت هذه العالمة بجائزة نوبل مرتين في حياتها.

٦- الالتزام بالمنهج العلمي:

مما يميز العلماء قديمًا وحديثًا التزامهم بالمنهج العلمي السليم الذي يتبعونه في تفسيرهم للظواهر، وحلهم للمشكلات، وتعاملهم مع الأشياء والأحداث فهذا

«الحسن بن الهيثم» (٩٦٥ – ١٠٣٨م)، من البصرة قد أخذ في بحوثه بكل من الاستقراء، والاستنباط، وهي من قدرات التفكير العلمي، كما عني بضرب الأمثال وهي العناصر الثلاثة الرئيسة التي تشكل الركائز الأساسية في المنهج العلمي.

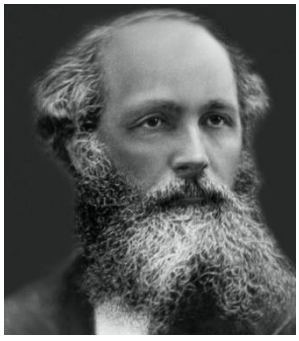
٧- التحلي بالاتجاهات العلمية:

ومن هذه الاتجاهات: التروي في إصدار الأحكام، الفضول وحب الاستطلاع، التخيُّل، السعي والترحال في طلب العلم، سعة الأفق، الأمانة العلمية، التواضع العلمي، التعاون بين العلماء، الاستقلالية في التفكير.

فهذا الروسي «مندليف» لم يقدم جدوله الدوري إلا بعد أن قرأ لمدة عشرين عامًا عن كل ما كتب عن العناصر المعروفة، فضلًا عن التجارب التي أجراها؛ ليتحقق بنفسه من أمور معيّنة، وكان يحرص على جمعه من شواهد وأدلة قبل أن يصدر حكمًا أو يقطع رأيًا، كما كان -مثل غيره من العلماء- حذر من التعميمات الخاطئة التي تنشأ من مجرد مشاهدات عشوائية لحالات معينة، وأيضًا كان يتريث في قبول حقيقة ما، ما لم تساندها الأدلة المُقنعة وتؤكدها البراهين المنطقية.

٨- القدرة على التنبؤ:

من خصائص العلم القدرة على التنبؤ بأشياء جديدة في ضوء معطيات حالية بينها علاقة وكلما كانت المعطيات ذاتها صحيحة، والعلاقة بينها قائمة ووثيقة، ولم يقع خطأ في عملية الاستدلال كان التنبؤ صحيحًا.



فهذا «ماكسويل» يتنبأ بالموجات الكهرومغناطيسية، وحدَّد خصائصها، ثم لم تكتشف إلا بعد وفاته بسنوات عشرة على يد العالم «هرتز».

كما تنبأ «مندليف» بوجود عناصر جديدة ستكتشف فيما بعد، وحدث بالفعل اكتشافها بعد مماته، مثل: عنصر «الجاليوم» الذي اكتشفه العالم «بوردان»، وعنصر «الجرمانيوم» الذي اكتشفه العالم «فتكلر».

٩- الاستبصار:

يقصد **بالاستبصار**: «تلك الفكرة الموفقة والحاسمة التي تطرأ على الذهن فجأة»، وكثيرًا ما يحدث هذا عندما يكون المرء لا يفكر في الأمر الذي يشغله، وتستعمل مصطلحات مثل: (الحدس، والوحي، والإلهام، والاستنارة) كبدائل لمصطلح «الاستبصار».

فهذا عالم الرياضيات والفيزيقا «جاوس» حاول حلّ مشكلة لسنوات دون جدوى، ثم أتاه الحلّ فجأة بسرعة البرق الخاطف.

١٠- القدرة على استثمار الصُدَفْ:

الصدفة جائزة لا يحصل عليها إلا من يستحقها، فالصدفة وحدها هي التي قادت «مندل» (١٨٢٢ – ١٨٨٤م) إلى كشف قوانين الوراثة.

كما قامت الصدفة بدور مهمّ مع «لويس باستير» وبحوثه الخاصة بـ «كوليرا الدواجن»؛ حيث أدى ذلك إلى معرفة مبدأ مُهمّ من مبادئ الوقاية وهو «التطعيم» بواسطة الجراثيم الضعيفة للأمراض.

التنوّر العلمي Scientific Literacy «مصادره وكيفية تنميته»:

أصبح التنور العلمي هدفًا رئيسًا في تدريس العلوم، إذ إن المواطن العادي الذي لن يتخذ بالضرورة العلم ميدانًا للتخصص أصبحت تربيته وإعداده للمشاركة المُثمرة في المجتمع لا تكتمل من دون التنور العلمي، فالتربية إعداد للمشاركة المثمرة في حياة المجتمع، حيث إن العلم أصبح جزءً لا يتجزأ من النسيج المُتماسك للمجتمع الذي نسعى إليه، فلا يمكن أن تكون هناك مواطنة ناجحة ومثمرة في المجتمع دون دراسة وفهم لكل من العلم وطبيعته والتكنولوجيا، والمجتمع، والعلاقات المتبادلة بينهم.

معنى التنوّر العلمي: (أحمد النجدي وآخران، ٢٠٠٢م، ٥٧)

هناك محاولات عديدة لتعريف مفهوم التنور العلمي، منها محاولة «كوليت Collette» الذي يُحدِّم هذا المفهوم في النقاط التالية:

١- الخلفية المعرفية لدى الفرد من حقائق ومفاهيم ونظريات العلم، ومدى قابلية تطبيقه لهذه المعارف في حياته العلمية.
٢- فهم واضح للعمل العلمي وطبيعة العلم.
٣- اتجاه موجب مُتلازم لقيمة العلم والتكنولوجيا.
٤- تقدير أثر العلم والتكنولوجيا في المجتمع، وأثر المجتمع في العلم والتكنولوجيا.
٥- قابلية استخدام عمليات العلم في حلّ المشكلات واتخاذ القرارات اليومية.
٦- قابلية استخدام إصدارات وقرارات حكيمة في القضايا الاجتماعية المُتعلقة بالعلم.
٧- توظيف عمليات العلم في العمل، وأيضًا في وقت الترويح، وفي الحياة الاجتماعية بصفة عامة.
٨- نظرة جيّدة وفهم واضح للبيئة كنتيجة لدراسة العلوم.

ويُمكن تعريف التنور العلمي بأنه: «قدر من المعلومات والمهارات العلمية يتصل بالمشكلات والقضايا العلمية والرياضية والتكنولوجية، وقدرات ومهارات التفكير العلمي اللازمة لإعداد الفرد للحياة اليومية التي تواجهه في بيئته ومجتمعه».

ويحدد «محمد صابر سليم»، ٢٠٠٣م، أهمّ صفات الفرد المتنور علميًا في النقاط التالية:

١- فهم طبيعة العلم وجوانبه: الفيزيقية، والبيولوجية، والاجتماعية، والقدرة على قراءة العلم وفهمه كما تعرضه الوسائل العامة.
٢- فهم طبيعة الرياضيات والعمليات الرياضية الأساسية، والقدرة على حلّ المشكلات اليومية، والثقة في استخدام الرياضيات، وإدراك العلاقات العلمية كلما دعت الحاجة.

٣- فهم طبيعة التكنولوجيا وأهم مميزاتها وظواهرها الشائعة في الحياة المُعاصرة، والقدرة على استخدام الأدوات والمواد التي تواجه الفرد، وتنمية ميله وقدراته على أن يتعلم كيف تعمل الأشياء.

٤- إدراك الوسائل والعلاقات الأساسية التي يعتمد فيها العلم والرياضيات والتكنولوجيا بعضها على بعض؛ وذلك نظرًا إلى أنَّ معرفة ذلك تزداد أهمية في حياتنا للمواطن العادي يومًا بعد يوم.

٥- تكوين العادات الذهنية التي تساير التفكير العلمي، والتي تساعد على استخدامه في العلم وفي الحياة بصفة عامة، والاشتراك في نشاطات المجتمع.

٦- فهم العلم والرياضيات والتكنولوجيا في إطار مفاهيم تاريخية بدلًا من تناولها على أنها معلومات متناثرة مشتتة.

٧- إدراك العلم والرياضيات، والتكنولوجيا في إطار الأنشطة البشرية ذات الأبعاد الفكرية والوجدانية والعلمية والجمالية.

مصادر التنوّر العلمي:

يستند التنور العلمي إلى مصادر عدة مختلفة بعضها محلي والآخر عالمي، ومن الأهمية بمكان تعرف هذه المصادر؛ إذ إن مفهوم التنوّر العلمي بعناصره يؤثر في بناء المناهج الدراسية، وأهم هذه المصادر ما يلي:

١- التقدم العلمي وما يتبعه من إضافات معرفية وتدفق معلومات.

٢- الاتجاهات العالمية والقضايا العلمية الدولية: (المفاعلات النووية، وكيفية التخلص من النفايات الناتجة عنها).

٣- مشكلات المجتمع المختلفة مثل: (مشكلات التغذية، ومشكلات الأمراض والتلوث، وزيادة السكان، وغيرها من مشكلات المجتمع المختلفة).

٤- الثقافة البيئية، والزراعية، والصناعية.

دور منهج العلوم في التنور العلمي:

يمكن لمنهج العلوم أن يسهم في تنمية التنور العلمي لدى الأطفال، عندما يبنى محتواه على أساس المفاهيم الأساسية للعلم، ويمد الأطفال بخبرات علمية تساعدهم على فهم العلم وأهدافه والوصل إلى التعميمات المختلفة باستخدام عمليات العلم مثل: الملاحظة، والقياس، والتفسير، والتجريب، والتنبؤ، والاستقراء، والاستنباط، ويستطيع الأطفال المتنورون أن يفكروا علميًا في الأمور المرتبطة بالبيئة مثل: الطاقة، والمشكلة السكانية وعلاقتها بإنتاج الغذاء، وتلوث البيئة، والانفجارات النووية، والتعامل مع الأجهزة المختلفة.

دور معلمي العلوم في تنمية التنور العلمي لدى الأطفال:

كثير من معلمي العلوم لا يهتمون إلا بالبعد المعرفي، والذي يشمل فقط على: الحقائق والمفاهيم والنظريات العلمية، ويهملون الأبعاد الأخرى للتنور العلمي لدى أطفالهم.

ويعد دور معلم العلوم من أكثر العناصرأهمية في تنمية التنور العلمي لدى أطفالهم، وهنا تأتي أهمية إعداد معلم العلوم بصورة جيدة في كليات التربية قبل التحاقهم بالخدمة، وكذلك الاهتمام بعمل دورات تدريبية، وإقامة ورش عمل في أثناء الخدمة، وذلك لتحقيق ما يلي:

١- أن يكون لدى المعلمين فهمًا واضحًا عن طبيعة العلم، وأن يكون لديهم إلمام بالتطورات العلمية والتكنولوجية التي تؤثر يوميًا في مجتمعهم.

٢- أن يكون لديهم الرغبة في مساعدة أطفالهم في تنمية مهارات البحث والاستقصاء ويمدونهم بالمعرفة العلمية والتكنولوجية.

٣- أن تكون لديهم القدرة على مد أطفالهم بالخبرات التي تساعدهم في استخدام المهارات المعرفة والتكنولوجية في اتخاذ القرارات المختلفة.

٤- أن تكون لديهم الرغبة في مد تلاميذهم بالخبرات التي تساعدهم على تكوين اتجاهات موجبة نحو العلم.

٥- أن يساعدون أطفالهم في تكوين أحكام قيمية نحو الموضوعات العلمية التي يتعرضون لها في حياتهم اليومية، أي تنمية الاتجاهات الموجبة لديهم نحو تقدير دور العلم والتكنولوجيا في تقدم المجتمع.

٦- أن يساعدون أطفالهم على الوعي بالتفاعل بين كل من العلم والتكنولوجيا والمجتمع.

ويُمكن القول بأن الجهود التي تبذل في تنمية التنور العلمي لدى الأطفال لن يكتب لها النجاح ما لم يشارك معلمو العلوم في هذه التنمية مشاركة فعَّالة.

التذوق والحسّ العلمي لدى الأطفال:

التذوق Appreciation من الذوق، ويعني الذوق الاستجابة الوجدانية لمؤثرات الجمال الخارجية، وهو اهتزاز الشعور في المواقف التي تكون فيها العلاقات الجمالية على مستوى رفيع، فيتحرك لها وجدان الإنسان بالاستمتاع والارتياح، ويتضمن الذوق القبول والنفور، والارتياح وعدم الارتياح، والمتعة والتأفف، والإقدام والإحجام، أي إن الذوق حركة ديناميكية فاعلة تتأثر بمواقف الحياة التي يقوم فيها الجمال بدور إيجابي.

ويُعرف التذوق العلمي بأنه: «تذوق الطفل لذة الكشف العلمي، وجعل إحساساته العلمية مرهفة، قادرة على تلمس الأساليب التي تستطيع قيادة إنجازات الحاضر العلمية، وتحولها إلى كشوف واختراعات يحتمل حدوثها في المستقبل العلمي للبشرية».

وإذا كان التذوق متصلًا بالمشاعر والعقل معًا فإن وظيفته غير مقصورة على اللذة العلمية، بل تتجاوز ذلك إلى أمرين في الحياة العلمية والأدبية معًا للطفل:

الأوَّل: تنمية الحدس لدى هذا الطفل. والحدس العلمي هو: «القدرة على الربط بين إنجازات الحاضر العلمية، وما يكن أن تؤول إليه في المستقبل».

الثاني: تنمية القياس العلمي لدى الطفل. ويعني القياس العلمي: «مهارة تجسيد الحدس؛ لأن كل قياس يقتضي إعمال الفكر بغية اكتشاف قوانين الطبيعة

التي خلقها الله سبحانه وتعالى، ثم إن القياس يقتضي إعمال الفكر بُغية الإيمان بقدرة الخالق العظيم ووحدانيته».

أساسيات تنمية التذوق العلمي لدى الأطفال:

يمكن تحديد أهم هذه الأساسيات في النقاط التالية:

١- يقوم كل من الفنّ والخيال بدور أساسي في تنمية التذوق العلمي.

٢- إبراز النواحي الفنية والجمالية المرتبطة بالمكون الجمالي وعدم التركيز فقط على النتائج العلمية.

٣- أن يراعي الخبراء والمتخصصون في العلوم إظهار المكون الجمالي في الظواهر الطبيعية، وعدم وضع كل الاهتمام بالحقائق والمفاهيم العلمية.

٤- العمل على الاطلاع على القصص العلمية المُرتبطة بالاكتشافات والاختراعات وما يرتبط بذلك؛ حيث يمكن أن يثير ذلك استمتاع الأطفال عند دراسة التجارب والأمور العلمية.

٥- توفير مصادر ووسائل تعلمية تتبنى المدخل الجمالي، وتساعد على تأكيد النواحي الجمالية بما تحمله من مثيرات متنوعة.

٦- لنجاح تنمية التذوق العلمي لدى الأطفال يُشترط أن يكون لدى المُعلم قدر من الإحساس بالجمال وتقدير له، بما يتطلب الاهتمام بذلك في برامج إعداده وتدريبه.

الحِسْ العلمي Scientific Sense وتنميته لدى الأطفال:

يتفق كل من: «حسام مازن» (٢٠١٥م، ٢٩)، و«إيمان علي محمود» (٢٠١١م، ١٨) على تعريف الحس العلمي بأنه: «القدرة على إصدار حكم وانتقاء الطرق الصحيحة للوصول إلى حل مشكلة علمية واتخاذ القرار مُعتمدًا على السببية وبأسرع وقت ممكن، ويستدلّ على وجوده من خلال الممارسات التي

يقوم بها الطفل، وتُشير أغلبها إلى أداءات الطفل الذهنية وعمليات قائمة على الفهم والإدراك والوعي».

ويمكن أن يُعرَّف الحس العلمي بأنه: «التفكير في صنع المعنى من خلال التركيز على الممارسات العملية وأنماط من الحوار والخطاب باستخدام طرق خاصة مثل: التواصل، والتمثيل؛ مما يجعل هذه الممارسات العملية مُيَسَّرَة وسهلة».

وهُنا يجب التفرقة بين الحس العلمي Scientific Sense وعادات العقل Habits of Mind حيث إن ممارسات الحس العلمي تشير إلى أداءات ذهنية يتبعها الطفل عند أي مشكلة أو اتخاذ قرار، وعند تكرار هذه الممارسات تصبح عمليات آلية، أو عادات عقلية، يتعود الطفل على تكرارها في المواقف وحل المشكلات.

مكونات الحس العلمي:

للحس العلمي عدة مكونات هي: الإحساس، الانتباه، الإدراك، الوعي، حلّ المشكلة، اتخاذ القرار. وبتحليل تعريف الحس العلمي السابق يتضح أن المتعلم يمر بعمليات متتابعة لاتخاذ قرار مناسب لحل مشكلة، وانتقاء الطرق الصحيحة للوصول إلى الأهداف تبدأ **بالإحساس**؛ حيث يستقبل المتعلم المعلومات عن الموقف أو الظاهرة من خلال الحواس (استقبال المثير)، يلي ذلك **الانتباه**، وفيه يتم تركيز شعور المتعلم لأجزاء معينة من تلك المثيرات، ويوجه سلوكه نحوها تمهيدًا لإدراكها، والتكيُّف معها (انتقاء المثير)، ثم تأتي عملية **الإدراك**، وفيها يقوم المتعلم بتحويل الانطباعات الحسية التي كوَّنها إلى تمثيلات عقلية من خلال تفسيرها وإعطائها معنى خاصًا بها، اعتمادًا على خبراته السابقة وحالته الوجدانية (تفسير المثير)، ثم يأتي **الوعي** ويعني معرفة المتعلم وفهمته للموقف أو الظاهرة على حقيقتها مما يؤثر في توجيه سلوكه نوحها، وبعد الوعي يأتي **حلّ المشكلة** الذي يتطلب قيام المتعلم بالبحث والتقصي لاكتشاف الحقائق التي تمهد للوصول إلى حل مناسب للمشكلة المتضمنة في الموقف، وأخيرًا تأتي عملية **اتخاذ القرار**، وفيها يتم اختيار أفضل البدائل لحلّ المشكلة بعد دراسة كافة النتائج المُترتبة على كل بديل، وتعكس هذه العلميات مكونات الحس العلمي. (عدنان العتوم، ٢٠٠٤م، ٦٨)

أهمية تنمية الحس العلمي لدى الأطفال:

يمكن تحديد أهمية تنمية الحس العلمي لدى الأطفال في النقاط التالية: (إيمان علي محمود، ٢٠١١م: ٢٤).

أ- يساعد الطفل على معالجة المهام الموكلة له، وحلّ المشكلات بصورة أفضل وأسرع، والتغلب على نواحي القصور فيها.

ب- تطوير الأداء الذهني للطفل، ونمو ثقته بنفسه، والتدريب على المرونة في التفكير.

ج- مساعدة الطفل على التواصل باستخدام لغة العلوم بما تحويها من رموز ومصطلحات للتعبير عن الأفكار والعلاقات، وفهمها بشكل صحيح، والتعبير عنها للآخرين من خلال التحدث والحوار.

د- معرفة الطفل لعملياته الإدراكية أو نتائجه، بمعنى أن يكون على وعي بتفكيره ومعرفته بكيف ومتى ولماذا يستخدم إستراتيجية معينة دون غيرها لإنجاز مهمة معينة عندما يقوم بمهمة بسيطة؟ ومن ثمَّ استخدام هذا الوعي لضبط ما يقوم به.

سمات أصحاب الحس العلمي: (حسام الدين محمد مازن، ٢٠١٥م)

يمكن تحديد أهم سمات الأطفال من ذوي الحس العلمي في النقاط التالية:

- حب الاستطلاع العلمي.
- المرونة في معالجة المواقف.
- الاستمتاع بالعمل العلمي.
- التفكير في كيفية التفكير.
- القدرة على التصور المُجرَّد.
- توليد الأفكار.
- المُثابرة.
- الحس العددي.

- تفعيل غالبية الحواس.
- التحدُّث بلغة علميّة.
- طرح الأسئلة والمشكلات.
- التنظيم الذاتي.
- القدرة على استدعاء الخبرات وربطها بالحاضر ومشكلاته.
- التحكم في الانفعالات والتهوُّر.
- الدقة وإجادة العمل.
- إدارة وتنظيم الوقت.
- القدرة على التلخيص.
- القدرة على التوسع وإضافة تفاصيل.
- تحمُّل المسئولية.
- اليقظة العقلية.
- المحافظة على الأمان الشخصي.

وفيما يلي يتمّ تناول بعض سمات الحس العلمي بشيء من التفصيل:

- **حبّ الاستطلاع العلمي**: ويعني الفضول والرغبة في المعرفة، واكتشاف وفهم البيئة، والانجذاب نحو المثيرات الجديدة، ويمكن القول بأنه القيام بالتفكير بدافع ذاتي.
- **الاستمتاع بالعلم العلمي**: ويعني الابتهاج لوجود القدرة على حل المشكلات، والمتعة في مواجهة التحدي لحل هذه المشكلات، والسعي وراء المعضلات، ومواصلة التعلم مدى الحياة.
- **تفعيل غالبية الحواس**: أي اكتساب المعارف والخبرات من البيئة المحيطة بحواس منتبهة، وربطها وجمعها في العقل.
- **المُثابرة**: وتعني مزاولة المهامات التعليمية الصعبة، والإصرار على أدائها حتى الوصول إلى الهدف المُراد تحقيقه، أي الالتزام بالمهمة الموكلة للفرد

والاستمرار بالتركيز فيها بكل انتباه حتى نهايتها دون استسلام. (سميرة علي عريان، ٢٠١٠م : ٤٠).

- **الحس العددي**: ويعني القدرة الحسابية والكفاءة الذهنية والمتعة عند التعامل مع الأعداد، وقدرة الفرد على رصد خطوات عمله الذهني.
- **القدرة على استدعاء الخبرات وربطها بالحاضر ومشكلاته**: وتعني القدرة على استخلاص المعرفة أو الخبرة المكتسبة من المعارف السابقة، وتوظيفها في مواقف حياتية أخرى.
- **التحكم في الانفعالات والتهوّر**: ويعني امتلاك الفرد القدرة على التأني والتفكير والإصغاء قبل إصدار الحكم على المواقف والاستماع لوجهات نظر الآخرين، وتأجيل إعطاء حكم فوري حول فكرة ما إلى أن يتم فهمها.
- **المرونة في معالجة المواقف**: وتعني النظر إلى الأفكار القديمة برؤية جديدة، وخيال مُبدع، وهذا يعني قدرة الفرد على أن يغيِّر من أفكاره في ضوء المعلومات الجديدة.
- **التفكير في كيفية التفكير**: ويعني أن يفكر الفرد الذكي في تفكيره، ويعرف جيّدًا مقدار تأثيره في الآخرين، ومعنى ذلك قدرة الفرد على معرفة حدود ما يعرف، وما لا يعرف. (آرثر كوستا، وبينا كاليك، ٢٠٠٣م، ٢٦)

دور معلم العلوم في تكوين الحس العلمي لدى الأطفال:

يمكن تحديد دور العلم في هذا من خلال النقاط التالية:

١- تنوع الأداء التدريسي، وإعطاء فرصة لمشاركة الأطفال في العلم، بهدف إكسابهم بعض العادات العقلية، مثل: الدقة، المثابرة، والمرونة، التحكم في الانفعال والتهور، وغيرها.

٢- تقديم الأنشطة العلمية بأكثر من صورة، وبشكل متدرج في الصعوبة لتلائم طبيعة الأطفال.

٣- تصحيح مسارات تفكير الطفل إذا كانت غير صائبة، وتعزيز هذه المسارات إذا كانت تسير في الطريق الصحيح لحل المشكلة المعروضة عليه مع توفير قسط معين من الدافعية في المواقف التعليمية لإثارة الطفل وتحفيزه.

٤- تقديم مشكلات ذات نهايات مفتوحة تستثير تفكير الأطفال، وعدم تقديم الحلول الجاهزة للمشكلات العلمية، وتدريبهم على المرونة في التفكير، وفي أكثر من اتجاه.

٥- تدريب الطفل على العمل تحت ضغط، وتحت إدارة ذاته، وتدعيم حب الاستطلاع العلمي لديه.

٦- تقبل ذاتيه الأطفال، وتشجيعهم على الاندماج في المناقشة والعمل الجماعي.

٧- إيجاد ترابط بين الخبرات العلمية السابقة، والخبرات العلمية الجديدة، تماشيًا مع النظيرة البنائية.

٨- تنمية ثقة الأطفال في أنفسهم، وتوفير فرص لمرورهم في خبرات ناجحة تزيد من ثقة الطفل في نفسه.

٩- تنويع أدوات وأساليب تقويم الطفل للوقوف على ما حققه من أهداف منشودة، سواءً في الجانب المعرفي، أو المهاري، أو الوجداني.

١٠- تفعيل ملف إنجاز لكل طفل، يدوِّن فيه ماذا تعلَّمْ عقب مروره بخبرة تعليمية معيّنة؟ وعما قام به من أنشطة في أثناء مروره بهذه الخبرة؟