

บทที่ 2

วรรณคดี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษา หนังสือ เอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ทั้งในประเทศไทย และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย เรื่องการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งได้นำมาเสนอตามลำดับดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
2. วิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน
3. คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในต่างประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยภายในประเทศ

ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

คลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer อ้างถึงใน นิมนต์พันธ์ เดชะคุปต์ , 2527 : 211-218) เป็นนักการศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยนิวยอร์ก ได้กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่ต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงเช่น กระบวนการวิทยาศาสตร์ ทักษะ และความสามารถ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ เป็นต้น วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคลอปเฟอร์ เป็นที่แพร่หลายมาก ในปัจจุบัน สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน ได้ยึดเป็นแนวในการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย วัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคลอปเฟอร์พอสรุปได้ดังนี้

1. ให้มีความรู้และความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ อ่านหนังสือ และจากการฟังคำบรรยาย
2. ให้มีความรู้และทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. ให้มีความสามารถนำความรู้และวิธีการวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในชีวิตประจำวันและชีวิตในโรงเรียนจะต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องแก้ไขเพื่อให้ชีวิตมีความสุข ผู้เรียนอาจใช้ความรู้ และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่เคยเรียนมาแก้ปัญหาต่าง ๆ
4. ให้มีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และทักษะในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา
5. ให้มีเจตคติและความสนใจวิทยาศาสตร์
6. ให้มีแนวโน้มทางวิทยาศาสตร์มีโลกทัศน์ที่กว้างขวาง และสามารถปรับตัวได้ดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นสถาบันที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ทางสถาบันได้กำหนดความมุ่งหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไว้ในหนังสือ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น ของกระทรวงศึกษาธิการ (2534: 33) ไว้ดังนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

วิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน

วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ และมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิต และก็เป็นที่ยอมรับกันว่าประเทศซึ่งมีความมั่นคงและพัฒนาทางเศรษฐกิจดีนั้น จะมีความรู้และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศสามารถติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ทัน

แต่ในขณะเดียวกันประเทศซึ่งกำลังพัฒนาส่วนมากจะมีการนำเข้าของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ไม่มีความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และจะพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศไม่สามารถตาม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ทัน มีผลให้ไม่สามารถที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาพัฒนา ประเทศอย่างถูกต้อง และได้ผล ดังนั้นประเทศที่กำลังพัฒนาจึง เล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนา คุณภาพของประชากร ให้อยู่ในระดับที่สามารถติดตามและรับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างได้ผล และประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่มีความมุ่งมั่นในการที่จะนำ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ในการพัฒนาประเทศ อันจะมีผลต่อความมั่นคงทางเศรษฐกิจ โดยมีการวางนโยบายการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม แห่งชาติ ฉบับที่ 6 (253๑-2534) และฉบับที่ 7 (2535-2539) ไว้อย่างชัดเจน

ยุพา ตันติเจริญ (2531 : 41) ได้ให้ข้อคิดในการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมา พัฒนาประเทศว่า

การพัฒนาชาติโดยใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี จะสำเร็จหรือไม่ มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญอย่างยิ่งคือ คุณภาพของ ประชากร ใน อันที่จะมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐาน มีความสนใจ และมีความใฝ่รู้ที่จะติดตามข่าวสาร ข้อมูลต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ ในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระดำเนินชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ ที่มีคุณภาพ . . .

บทบาทของการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาประเทศโดยอาศัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นพื้นฐานนั้น ปัจจุบันได้มีผู้เสนอความคิดเห็นกันมาก โดยเฉพาะในเรื่องหลักสูตร และการ เรียนการสอนนั้น ข้อคิดเห็นส่วนใหญ่สรุปได้ว่า ควรจะให้ผู้เรียนได้เรียน เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ในเรื่องที่เป็นความต้องการของสังคม ให้มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่พบ เห็นกันอยู่ในปัจจุบัน เพื่อจะได้สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และควรตระหนักถึง ความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีกับสังคม (นิคาล สร้อยจรูห์ : 253๑ : 26)

แม้จะมีความจำเป็นในการพัฒนาประเทศ โดยการเตรียมประชาชนให้มีความรู้ความ สามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่การจัดการศึกษาในประเทศไทย ในระดับประถมศึกษา ซึ่งถือว่าเป็นการจัดการศึกษา เพื่อปวงชนเพราะเป็นการศึกษาภาคบังคับนั้น ในระยะเวลาที่ ผ่านมาประเทศไทยยังไม่เห็นความสำคัญต่อการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีใน ระดับประถมศึกษาเท่าที่ควร แต่อย่างไรก็ตามจากความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาประชากรของ

ประเทศให้มีความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อรองรับความเจริญก้าวหน้าดังกล่าวมาแล้ว ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความคิดเห็นถึงความสำคัญของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังเช่น สุกาสินี สุกฤษระและคณะ (2533 : 1-2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไว้ว่า

. . . ในปัจจุบันและอนาคตการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับประถมศึกษาจะมีความสำคัญต่ออนาคตของประเทศเป็นอย่างยิ่ง ด้วยเหตุผลอย่างน้อย 3 ประการ ดังนี้ประการแรกโลกปัจจุบันเป็นโลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เราทุกคนต้องเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตลอดเวลา ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ ช่วยให้มนุษย์สะดวกสบาย มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น แต่ขณะเดียวกัน ผลจากความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็อาจจะทำให้เกิดผลเสียได้มากมายถ้ามนุษย์ใช้ไม่เป็น และไม่รู้เท่าทัน ฉะนั้นพลเมืองทุกคนในประเทศจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นอย่างดี เพื่อช่วยให้ดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพ อันเป็นหน้าที่ โดยตรงของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อปวงชน

ประการที่สอง เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ให้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ประเทศต่าง ๆ ในโลกที่ได้มีการพัฒนาประเทศจนมีความก้าวหน้าและความมั่นคงทางเศรษฐกิจก็เนื่องมาจากประเทศเหล่านั้นตระหนักถึงความสำคัญของการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างฐานเศรษฐกิจในสาขาการผลิตทั้งทางด้านเกษตร อุตสาหกรรม การบริการ ตลอดจนด้านการจัดการ และมีความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็เป็นปัจจัยชี้ขาดที่สำคัญของสถานภาพเศรษฐกิจสังคมการเมืองการทหาร ยิ่งกว่าความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ จำนวนประชากรและความกว้างใหญ่ของดินแดน ดังนั้นนโยบายของประเทศไทยขณะนี้จึงมุ่งที่จะใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 (2530-2534) และฉบับที่ 7 (2535-2539) ซึ่งได้บรรจุแผนพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแผนหนึ่งต่างหากจากแผนอื่น ๆ ด้วยเหตุนี้การศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับประถมศึกษาจึงยิ่งทวีความสำคัญยิ่ง เพราะต้องทำหน้าที่เตรียมประชากรของประเทศให้มีความสมรรถภาพพื้นฐานสามารถเป็นฐานกำลังในการพัฒนาประเทศตามนโยบายของรัฐบาลได้

ส่วนเหตุผลประการสุดท้ายนั้น เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของประเทศไทยใน ทศวรรษที่ผ่านมาได้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและเห็นได้ชัด อันเป็นผลมาจากความจริง ก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และระบบสื่อสารข้อมูลที่รวดเร็ว. . .

เป็นที่ยอมรับกันว่าการจัดเตรียมและพัฒนาคุณภาพของประชากรให้มีความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมีสมรรถภาพในการรองรับความจริงก้าวหน้าของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพียงพอที่จะเป็นฐานกำลังในการพัฒนาประเทศ ตามนโยบายของรัฐ ตลอดจนสามารถปรับตัว ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและเหมาะสม นั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งคณะกรรมการประถมศึกษาแห่งชาติได้ตระหนักถึงความจำเป็นในข้อนี้ จึงได้มีการกำหนดวัตถุประสงค์ และนโยบาย เป้าหมาย และแผนงานของแผนพัฒนาการศึกษาระดับประถมศึกษาฉบับที่ 7 (2535-2539) พอสรุปได้ว่า

1. ด้านวัตถุประสงค์ มีการระบุคุณลักษณะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ต้องการให้ เกิดมีแก่เด็กประถมศึกษาชัดเจนขึ้นว่า ให้มีความรู้และทักษะพื้นฐานทางด้านกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี รู้จักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
2. ด้านนโยบาย กำหนดให้เร่งรัดพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้มีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้มีการพัฒนาการเรียนการสอนสิ่งแวดล้อมศึกษาวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการพัฒนาสังคม และท้องถิ่น
3. ด้านเป้าหมาย ได้เพิ่มเป้าหมายเกี่ยวกับสมรรถภาพด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไว้ด้วยว่า ให้นักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 มีสมรรถภาพทางด้านทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป

จะเห็นได้ว่าการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับประถมศึกษา มี แนวโน้มว่าการจัดการเรียนการสอนควรอยู่ในลักษณะการจัดการศึกษาเพื่อให้ประชาชนทุกคนได้รับความรู้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมซึ่ง สมจิต สารนโพบูลย์ และสมจิต สมิตถพันธ์ (2533 : 1) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีในระดับประถมศึกษาว่า

. . . แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรให้ความสำคัญในลักษณะการจัดการศึกษาเพื่อประชาชนทุกคนอย่างสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจและสังคมและควรเน้นเพื่อพัฒนาชุมชนด้วย ลักษณะของธรรมชาติ ของวิทยาศาสตร์ จะเอื้อต่อแนวคิดดังกล่าวอยู่แล้ว ฉะนั้นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงน่าจะอยู่ในลักษณะที่เป็นวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน (Science for all).

สมจิต สวธน์ไพบูลย์ และสมจิต สมัตถพันธ์ (2523 : 12) ยังได้กล่าวถึงหลักการสำคัญของการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน สรุปได้ว่าการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน คือการให้ผู้เรียนสามารถสร้างแนวความคิดเพื่อแสวงหาความรู้นำมาใช้แก้ปัญหา หรือพัฒนางานเน้นการดำเนินงานอย่างเป็นระบบที่สอดคล้องสัมพันธ์กับสถานการณ์ชีวิตจริง (Real life Situation) มุ่งหวังการดำรงชีพออย่างเป็นสุข ดังนั้นขอบข่ายของวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชนจะต้องครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกด้านทั้งวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์และเทคโนโลยี ขอบข่ายของวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชนจะเป็นพื้นฐานความรู้ที่จะช่วยให้แต่ละกลุ่มชนนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจประการสิ่งใดที่จะคิดแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนา และอนุรักษ์ทั้งในด้านอาชีพ ด้านการเพิ่มพูนคุณภาพ ตลอดจนด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และปกป้องสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมตามความต้องการของสภาพสังคม ภายใต้ต้นนโยบายการพัฒนาประเทศไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ หรือเป็นการเกษตรอุตสาหกรรมใหม่ก็ตาม

นอกจากนี้ สมจิต สวธน์ไพบูลย์ และสมจิต สมัตถพันธ์ (2533 : 13-14) ยังได้กล่าวถึงขอบเขตของวิทยาศาสตร์ เพื่อปวงชนไว้ดังนี้

ขอบข่ายของวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชนนั้นจะต้องเน้นให้เห็นถึงความสำคัญคุณค่าและความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กับชีวิตของผู้เรียน กระบวนการพัฒนาความคิดและการประพฤตินิติปฏิบัติจะต้องวัดระบบให้ประสานสัมพันธ์กัน และเริ่มจากครอบครัวไปสู่ชุมชนหากการจัดการกระบวนการพัฒนาดังกล่าวไม่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมายในชุมชน เช่น กาลเวลา สถานที่ วัฒนธรรม ความเชื่อ เจตคติ และความศรัทธาต่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละสังคม เนื้อหาวิทยาศาสตร์ดังกล่าวก็จะไม่ถูกยอมรับว่าเป็นวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชนแต่จะเป็นเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในหลักสูตรเท่านั้น ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องจัดให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะและข้อแตกต่างของแต่ละสังคมหรือท้องถิ่น เช่น ภาคเหนือ ภาคใต้ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ฯลฯ นอกจากนี้ยัง

จำเป็นต้องจัดให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ของการพัฒนาประเทศอีกด้วย

และเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษานอกโรงเรียนว่า

สำหรับการศึกษานอกโรงเรียนนั้น ควรจะจัดวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชน ในลักษณะที่จะทำให้ปวงชนตระหนักและเห็นคุณค่าของความสำคัญของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มุ่งยึดการพัฒนาคุณภาพชีวิตเป็นประเด็น สำคัญ ทั้งทางด้านสุขภาพอนามัย จิตใจ การไม่เชื่อถือหรือปฏิบัติในสิ่งที่ไม่มีเหตุผล อันสมควร การมีเทคนิควิธีในการเก็บรวบรวม บันทึกข้อมูล และนำข้อมูลเหล่านี้ มาอธิบาย หรือใช้ประกอบในการใช้พัฒนางานสืบไป (สมจิต สวรรณโพบูลย์และ สมจิต สมัตถพันธ์ , 2533 : 14)

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อปวงชนจะเกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งแวดล้อม รอบตัวกับมนุษย์การจัดการหลักสูตรจะมีจุดหมายหลักที่เน้นให้ศึกษาและเห็นแนวความคิดหลักจาก การดำเนินชีวิตจริงให้เห็นความเกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับชีวิตของผู้เรียน ในชุมชน ให้ผู้เรียนเกิดมีบูรณาการความรู้ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักในการ แก้ปัญหา ทำให้สามารถค้นพบความรู้อันนำไปสู่การแก้ปัญหา

คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลังปีพ.ศ.2500 แต่ละประเทศจะมีความตื่นตัวและตระหนักถึงความจำเป็นของการนำ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศของตน มีการแสดงความคิดเห็นและวิพากษ์วิจารณ์ เกี่ยวกับการสร้างพลเมืองให้มีประสิทธิภาพโดยอาศัยวิทยาศาสตร์กันอย่างกว้างขวาง การปรับปรุง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างจริงจัง ขณะเดียวกันคำว่าคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกนำมาใช้ นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ให้การสนับสนุนและยอมรับให้คุณลักษณะ ทางวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายหลักของการสอนวิทยาศาสตร์ จุดหมายดังกล่าวจึงได้ถูกนิยาม และขยายความให้กว้างขวางขึ้นโดยนักการศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ศึกษา

เพลลา (Pella, 1966, อ้างถึงใน พัชรา ทวีวงศ์ ณ อรุณยา , 2532 : 56-63) ได้สำรวจงานเขียนและงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อหาความหมายของคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และได้สรุป คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มีความเข้าใจสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคมและจริยธรรมที่ควบคุมการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจธรรมชาติ และมโนทัศน์พื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ บอกความแตกต่างของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ และยังสามารถบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์และมานุษยวิทยา
2. เป็นผู้ที่รับรู้วิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ให้ผลงานที่เกิดจากการสร้างสมของมนุษยชาติ ตระหนักว่าผลงานทางวิทยาศาสตร์นั้นได้จากการเรียนรู้เรื่องราวต่าง ๆ ทางธรรมชาติที่เริ่มต้นจากการสังเกตของนักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อน ๆ
3. มีความเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เข้าใจว่า โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลงานทางวิทยาศาสตร์อาจคงที่หรือเปลี่ยนแปลง และการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดขึ้น เมื่อใดก็ได้
5. เข้าใจ และตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น แตกต่างกันแต่มีความสัมพันธ์กัน จุดมุ่งหมายแรกของวิทยาศาสตร์คือ การเข้าใจธรรมชาติ แต่จุดมุ่งหมายของเทคโนโลยีเป็นการนำไปใช้ในทางปฏิบัติเกี่ยวข้องกับ การนำสิ่งต่าง ๆ มาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ และมีผลดีกับมวลมนุษยและสังคม วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่อิสระสามารถเกิดขึ้นล่วงหน้าได้โดยไม่มีเทคโนโลยี และเทคโนโลยีอาจพัฒนาจากการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ แต่ก็ยังมีเทคโนโลยีหลายอย่างที่เจริญพัฒนาอย่างเป็นอิสระจากวิทยาศาสตร์ และบางครั้งเทคโนโลยียังส่งผลให้วิทยาศาสตร์เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว เช่น การใช้เครื่องมือที่ละเอียด และซับซ้อน เพื่อตรวจสอบสังเกต วัดและประเมินผล ทำให้ผลงานทางวิทยาศาสตร์ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และเชื่อถือได้มากขึ้น
6. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และมานุษยวิทยา การศึกษาในวิชา มนุษยวิทยาให้ความรู้ในด้านวรรณคดี ศิลป ดนตรี ปรัชญา และอื่น ๆ เป็นการให้สิ่งที่ดีงามแก่มนุษย์ ทำให้มนุษย์มีจริยธรรม และวัฒนธรรมที่สูงส่งซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ แต่ในขณะที่เดียวกันวิทยาศาสตร์ก็ยังมีอิทธิพลต่อสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง อย่างไรก็ตาม ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นไม่ได้ถ้าไม่มีการศึกษาเรื่องราวในอดีตตลอดจนปรัชญาอันเป็นพื้นฐานของวิทยาการต่าง ๆ และประวัติการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์แต่ก่อน ๆ การศึกษาปรัชญา และวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเพื่อค้นหาความจริงที่ใช้วิธีการในการศึกษาแตกต่างกัน ซึ่งการศึกษาทางวิทยาศาสตร์จะต้องศึกษาจากการ

หาเหตุผลและการทดลองปฏิบัติ ทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ เครื่องมือใหม่ ๆ ที่นำมาใช้ในสังคม และทำให้มนุษย์ มีความเป็นอยู่ดีและสุขสบายขึ้น

7. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม สังคมให้สิ่งแวดล้อมที่ดีงาม การใช้ผลงานทางวิทยาศาสตร์ เพื่อความเป็นอยู่ที่ดีและสะดวกสบายของมนุษย์ทำให้มนุษย์มีอายุยืนมีสุขภาพดี มีอาหารเพียงพอ อยู่อย่างสุขสบาย และมีความเจริญฉลาดมาก ขึ้นแต่จะมีผลกระทบบางอย่างตามมาด้วยเช่น ความรู้สึกไม่ปลอดภัย ความหวาดระแวงไม่ไว้วางใจซึ่งกันและกัน เนื่องจากการเพิ่มจำนวนประชากร ซึ่งทำให้มีการแก่งแย่งชิงดีกันขึ้น แย่งกันทำมาหากิน เกิดโรคภัยใหม่ ๆ และที่สำคัญมากข้อหนึ่ง คือ มนุษย์มีความผูกพันกันน้อยลง ศิลธรรมจรรยา และวัฒนธรรม อ่อนลงทำให้ได้ข้อคิดว่า บุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะเผชิญปัญหาเหล่านี้ได้อย่างไร

อีแวนส์ (Evans, 1970 : 80-81) กล่าวถึงบุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มองวิทยาศาสตร์เป็นทั้งผลิตผล กระบวนการและความพยายามของมนุษย์ และทราบว่าผลิตผลของวิทยาศาสตร์ ที่เป็นความรู้ ประกอบด้วยสิ่งที่ได้จากการสังเกต ไปจนถึงมโนทัศน์ต่าง ๆ
2. ทราบว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งสิ่งที่อยู่นิ่ง ๆ และสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา
3. เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งทั้งสองนี้ด้วย
4. เข้าใจถึงผลของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีต่อสังคม

สมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Science Teachers Association - NSTA) (1971, 47-48 อ้างถึงในสุเทพ อูสาหะ, 2526) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ศึกษาว่า มุ่งที่จะพัฒนาพลเมืองให้มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เป็นผู้ที่มีความคิด ค่านิยม เจตคติ และทักษะในการแสวงหาความรู้เพื่อเป็นการส่งเสริมพัฒนาการของมนุษย์ ให้เป็นผู้มีเหตุผล และได้กำหนดคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของบุคคลไว้ดังนี้

1. สามารถใช้มโนทัศน์ ทักษะเกี่ยวกับกระบวนการและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ ในการตัดสินใจหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับบุคคลอื่นและสังคมได้
2. เข้าใจว่าความรู้วิทยาศาสตร์นั้น ขึ้นอยู่กับวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ และทฤษฎีต่าง ๆ
3. สามารถแยกความแตกต่างระหว่างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และความคิดเห็นได้

4. สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและทฤษฎีได้
5. ตระหนักถึงขีดจำกัดและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์
6. เข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและแง่ต่าง ๆ ของสังคม รวมทั้งพัฒนาการ ทางสังคมและเศรษฐกิจ
7. ตระหนักว่ามนุษย์เป็นผู้สร้าง วิทยาศาสตร์ขึ้นและเข้าใจว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลง ได้เมื่อมีข้อมูลที่เหมาะสม
8. มีความรู้และประสบการณ์มากพอที่จะเข้าใจ และซาบซึ้งกับผลงานของนักวิทยาศาสตร์
9. มีความคิดเห็นที่ใหม่ และแปลกต่อปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าคนอื่น ๆ อันเป็นผลมาจากวิทยาศาสตร์ศึกษา
10. ยอมรับค่านิยม ที่ใกล้เคียง กับค่านิยมที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ จนสามารถใช้ หรือยินดีที่จะใช้ค่านิยมดังกล่าวเป็นเครื่องกระตุ้น อธิบายหรือใช้เสาะหาความรู้
11. มุ่งที่จะเสาะแสวงหา และเพิ่มพูนความรู้วิทยาศาสตร์ตลอดเวลา

โชวอลเตอร์และคณะ (Showalter, et al 1974 :2) ได้ศึกษาเอกสารย้อนหลัง 15 ปี และสรุปว่า บุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์นั้นควรจะมีลักษณะดังนี้

1. เข้าใจธรรมชาติความรู้ทางวิทยาศาสตร์
2. สามารถนำมโนทัศน์ หลักสำคัญ กฎและทฤษฎี ที่เหมาะสมไปใช้อย่างถูกต้อง
3. สามารถใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้อย่างดี
4. ยึดมั่นในค่านิยมที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์
5. เข้าใจและซาบซึ้งในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
6. พัฒนาความคิดที่แปลก และน่าสนใจ เกี่ยวกับสังคมได้มากกว่าคนอื่น อันเป็นผลจากวิทยาศาสตร์ศึกษา และใส่ใจศึกษาวิทยาศาสตร์อยู่ตลอดเวลา
7. ได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

เพื่อให้ลักษณะของผู้ที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ชัดเจนยิ่งขึ้น โชวอลเตอร์และคณะ ได้อธิบายความหมายของคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 7 ข้อให้ละเอียดลงไปอีก ดังนี้

1. ความเข้าใจธรรมชาติความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีลักษณะแตกต่างกันจากความรู้ด้านอื่น กล่าวคือความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงในทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นได้อย่างน้อยที่สุดสองทางด้วยกัน คือ ประการแรกความรู้ใหม่ถูกทำให้เกิดขึ้นเพื่อที่จะเสริมความรู้เก่า ๆ ให้สมบูรณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น ประการที่สองความรู้ใหม่เกิดขึ้นโดยไปแทนความรู้เก่าในอดีตวิทยาศาสตร์ได้บรรจุแต่ข้อเท็จจริง และรายละเอียดต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ปัจจุบันถือว่าเป็นความรู้ชั่วคราว อย่างไรก็ตาม ข้อเท็จจริงดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้สอนเสมือนกับว่าเป็นความจริงแท้ (Absolute Truth) ซึ่งเป็นเรื่องไม่ถูกต้องเพราะว่า ทำให้ผู้เรียนเข้าใจผิด ซึ่งนำไปสู่ความมีลักษณะคือตั้ง มีความคิดแคบ เชื่อมมั่นในตัวเองมากเกินไป ฯลฯ

โซวอลเตอร์ และคณะได้แยกองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1.1 เป็นความจริงชั่วคราว (Tentative) ความรู้วิทยาศาสตร์จะต้องเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ เพราะฉะนั้นจึงไม่มีอะไรเป็นอมตะสำหรับวิทยาศาสตร์
- 1.2 เป็นสาธารณะ (Public) เนื่องจากวิทยาศาสตร์อาศัยข้อมูลที่ได้รับการสังเกต ซึ่งเป็นสิ่งที่ใคร ๆ ก็สังเกตได้ บุคคลที่พบกับสถานการณ์คล้าย ๆ กัน ก็ควรจะได้ข้อสรุปคล้าย ๆ กัน
- 1.3 ทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ (Replicate) ผลที่ได้จากการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ นั้นสามารถทำให้เกิดขึ้นใหม่ได้ภายใต้สภาวะคล้ายกัน แม้ว่าเวลาและสถานที่จะเปลี่ยนไป
- 1.4 เป็นเรื่องของโอกาสที่จะเป็นไปได้ (Probabilistic) เรื่องนี้ตรงข้ามกับเรื่องความเป็นอมตะ
- 1.5 เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับมนุษยชาติ (Humanistic) วิทยาศาสตร์เป็นผลของความพยายามของมนุษย์ที่จะทำความเข้าใจ หรือหาแบบแผนของธรรมชาติ และตัวความรู้เองนั้นถูกทำให้เป็นระเบียบโดยองค์ประกอบต่าง ๆ อันเป็นผลของวัฒนธรรมที่เปลี่ยนแปลงมาเรื่อย ๆ
- 1.6 เป็นสิ่งสืบเนื่องมาจากอดีต (Historic) ความรู้ในอดีตเป็นพื้นฐานในการพบความรู้ใหม่ ๆ ในปัจจุบันและความรู้ในปัจจุบัน จะเป็นพื้นฐานในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในอนาคต
- 1.7 มีลักษณะจำเพาะตัว (Unique) ความรู้วิทยาศาสตร์ได้จากวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลของความพยายามของมนุษย์ และในขณะเดียวกันก็แตกต่างไปจากความรู้และวิธีการในสาขาอื่น ๆ

- 1.8 มีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (Holistic) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากความรู้จำเพาะสาขานั้นจะช่วยเสริมสร้างขอบข่ายของมโนทัศน์อันเดียวกัน
- 1.9 เป็นสิ่งที่ได้จากการสังเกตหรือทดลอง (Empirical) ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ได้มาจากการสังเกต หรือการทดลอง

2. มโนทัศน์ในทางวิทยาศาสตร์ บุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำมโนทัศน์ หลักสำคัญ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมไปใช้อย่างถูกต้องในการปฏิสัมพันธ์กับสังคมของเขา มิตินี้ครอบคลุมทั้งในด้านความรู้ความคิดและด้านความรู้สึก ในการที่จะนำมโนทัศน์ต่าง ๆ ไปใช้นั้น นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามหามโนทัศน์ต่าง ๆ ที่จำเป็นที่สุดที่จะใช้เป็นแกนกลางของวิทยาศาสตร์

โซวอลเตอร์และคณะได้แยกมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่คิดว่าจำเป็น ดังต่อไปนี้

- 2.1 เหตุและผล (Cause - Effect)
- 2.2 การเปลี่ยนแปลง (Change)
- 2.3 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นวัฏจักร (Cycle)
- 2.4 พลังงานและสสาร (Energy and Matter)
- 2.5 เอนโทรปี (Entropy)
- 2.6 ความสมดุล (Equilibrium)
- 2.7 วิวัฒนาการ (Evolution)
- 2.8 พื่นภูมิ (Field)
- 2.9 แรง (Force)
- 2.10 ปริมาณหลักมูล (Fundamental Entities)
- 2.11 ความลาดชัน (Fradient)
- 2.12 ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)
- 2.13 ตัวยืนยง (Invariance)
- 2.14 ตัวแบบ (Model)
- 2.15 ความเป็นระเบียบ (Orderliness)
- 2.16 สิ่งมีชีวิต (Organism)
- 2.17 การรับรู้ (Perception)
- 2.18 โอกาสที่จะเป็นไปได้ (Probability)
- 2.19 ประชากร (Population)
- 2.20 การให้จำนวนเลข (Quantification)

- 2.21 การกระทำภายในระบบอันหนึ่ง ซึ่งส่งผลให้เกิดการกระทำคล้าย ๆ กันในอีกระบบหนึ่ง (Resonance)
- 2.22 มาตราส่วน (Scale)
- 2.23 การแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Significance)
- 2.24 ความมีสมมาตร (Symmetry)
- 2.25 ระบบ (System)
- 2.26 ทฤษฎี (Theory)
- 2.27 เวลาที่แยกสิ่งหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง (Time-Space)
- 2.28 การหาความถูกต้อง (Validation)

3. กระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมากระบวนการวิทยาศาสตร์ ได้รับการยอมรับว่าเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมที่จะสอนนักเรียน ที่ประชุมของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science - AAAS) ได้สรุปออกมาว่า กระบวนการเสาะหาความรู้มีโอกาสที่จะเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าตัวความรู้มาก โชวอลเตอร์ได้ประมวลทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่สำคัญโดยอาศัยแนวความคิดของ AAAS ไว้ดังต่อไปนี้

- 3.1 การจำแนก (Classifying)
- 3.2 การสื่อความหมาย (Communicating)
- 3.3 การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
- 3.4 การให้คำนิยาม (Defining Operationally)
- 3.5 การออกแบบการทดลอง (Designing Experiments)
- 3.6 การสร้างแบบจำลอง (Formulating Models)
- 3.7 การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing)
- 3.8 การลงความเห็น (Inferring)
- 3.9 การตีความข้อมูล (Interpreting Data)
- 3.10 การวัด (Measuring)
- 3.11 การสังเกต (Observation)
- 3.12 การทำนาย (Predicting)
- 3.13 การตั้งคำถาม (Questioning)
- 3.14 การใช้ตัวเลข (Using Numbers)
- 3.15 การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับช่วงเวลา (Using Space/Time Relationships)

4. ค่านิยม ค่านิยมที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์หรือสำหรับนักวิทยาศาสตร์นั้นจะแสดงให้เห็นว่ามนุษย์เป็นผู้ทำให้มีวิทยาศาสตร์ขึ้นมา อาจกล่าวได้ว่าหากปราศจากค่านิยมเหล่านี้แล้ว วิทยาศาสตร์อาจจะไม่เกิดขึ้นก็ได้ อย่างไรก็ตามในการยอมรับค่านิยมดังกล่าวและความสำคัญในอันจะต้องปลูกฝังค่านิยมนั้น ๆ ในโรงเรียนพึงจะมีมาเมื่อไม่นานนี้เอง ค่านิยมที่จำเป็นจะต้องปลูกฝังกับนักเรียน ดังต่อไปนี้

- 4.1 ตระหนักว่าใช้เวลาานกว่าจะได้ความรู้และมีความเข้าใจวิทยาศาสตร์
- 4.2 ชอบสงสัยและถามสิ่งต่าง ๆ
- 4.3 หาข้อมูลและหาความหมายของมัน
- 4.4 ต้องการพิสูจน์
- 4.5 ยอมรับข้อสรุปที่มีเหตุผล
- 4.6 ชอบที่จะพิจารณา ทบทวน ข้อตกลงพื้นฐานต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถูกใช้เป็นตัวกำหนดการกระทำขั้นต่อไป
- 4.7 ชอบที่จะพิจารณาถึงผลที่จะเกิดขึ้นเสมอ

5. วิทยาศาสตร์ - สังคม การที่จะให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและด้านอื่น ๆ ของสังคมนั้นก่อนอื่นนักเรียนควรจะเข้าใจความแตกต่างระหว่าง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แม้ว่า เป็นการยากที่จะแยกเทคโนโลยีจากวิทยาศาสตร์ แต่เราก็อาจกล่าวได้กว้าง ๆ ว่าเทคโนโลยีเป็นการนำเอาส่วนหนึ่งของความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์สร้างเป็นเครื่องมือขึ้น เครื่องมือผลที่เป็นผลิตของเทคโนโลยีก็จะช่วยให้วิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเจริญรุดหน้ามากยิ่งขึ้นการที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมไม่ใช่เป็นสิ่งที่จะต้องท่องจำหรือศึกษาง่าย ๆ ความเข้าใจและความซาบซึ้งดังกล่าวเป็นผลมาจากการศึกษาโดยใกล้ชิดจากสถานการณ์จริง เท่านั้นองค์ประกอบบางประการที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีดังนี้

- 5.1 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถึงแม้ว่าความหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะมีผู้เข้าใจสับสนกันบ่อย ๆ แต่ทั้งสองจะแยกกันได้กล่าวคือ วิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับ การเสาะหา หรือจัดระเบียบความรู้ใหม่ แต่เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับการนำความรู้ไปประยุกต์
- 5.2 แนวความคิดและความรู้วิทยาศาสตร์อาจนำไปใช้สนับสนุนความคิดอื่น ๆ ได้แตกต่างกัน อย่างเช่นในการแก้ปัญหาอันหนึ่ง แม้ว่านักวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยีจะใช้ทฤษฎีเดียวกัน และข้อมูลชุดเดียวกันพวกเขาก็อาจจะคิดเห็นแตกต่างกันได้

- 5.3 อิทธิพลของสังคมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการหยิบยกปัญหาอันใดอันหนึ่งมาวิจัยไม่ว่าจะเป็นในทางวิทยาศาสตร์ หรือเทคโนโลยีก็ตามจะต้องสอดคล้องกับความสนใจและความต้องการของสังคม ทั้งนี้เพราะสังคมจะเป็นผู้สนับสนุนทางการเงิน
- 5.4 ความสำเร็จทางเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
- 5.5 การพัฒนาทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีมีผลโดยตรงต่อทุกชีวิตในสังคม ซึ่งมีทั้งเป็นที่ต้องการและไม่เป็นที่ต้องการ อย่างไรก็ตามการพัฒนาดังกล่าวจะนำไปสู่ความสำเร็จในอนาคต
- 5.6 วิทยาศาสตร์ต้องการความเปิดเผย วิทยาศาสตร์จะเจริญได้รวดเร็วที่สุดเมื่อมีการตั้งคำถามแสดงความคิดและเสนอผลงานได้อย่างเปิดเผยปราศจากอิทธิพลใด ๆ
- 5.7 เทคโนโลยีถูกควบคุมโดยสังคม ในขณะที่วิทยาศาสตร์ต้องการความเปิดเผยตรงไปตรงมาแต่การนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปประยุกต์เป็นเรื่องที่ถูกควบคุมอย่างสิ้นเชิงโดยสังคมซึ่งรวมทั้งนักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีเองด้วย ประชาชนและผู้บังคับเป็นต้องรู้ผลของ เทคโนโลยีอันอาจจะเกิดขึ้นกับสังคม
- 5.8 ช่องว่างแห่งความเข้าใจของประชาชนกับความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ช่องว่างดังกล่าวได้มีมาแล้วในอดีต ปัจจุบันนี้ ก็ยังมีอยู่และจะยังมีต่อไปในอนาคต หน้าที่ของนักวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีก็คือจะต้องพยายามทุกวิถีทางที่จะลดช่องว่างดังกล่าว
- 5.9 แหล่งทรัพยากรสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในงานวิจัยทั้งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้นต้องการทรัพยากรเป็นจำนวนมากในรูปของบุคคลที่มีความสามารถ เวลา เงิน ฯลฯ จะเห็นได้ชัดว่าสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวจะต้องใช้เวลาในการเตรียมทั้งสิ้น
- 5.10 ขีดจำกัดของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่สามารถรับประกันในอันที่จะแก้ปัญหาอันใดอันหนึ่งได้โดยง่าย ปัญหาส่วนใหญ่จะต้องแก้หลาย ๆ ทางประกอบกัน นอกจากนี้บางปัญหาที่มนุษย์เราเป็นห่วงก็ไม่สามารถแก้ได้โดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 5.11 นักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่างก็เป็นมนุษย์ด้วยกัน นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักจะเชี่ยวชาญจำเพาะสาขาวิชาเท่านั้น นอกสาขาตัวเองแล้วก็มักจะยากที่จะเห็นความเด่นของเขา อย่างไรก็ตามทุกคนควรมีความสามารถที่จะทำงาน

เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้ระดับจำเพาะระดับหนึ่ง ดังนั้นอาชีพต่าง ๆ ที่อาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานจึงยังปิดอยู่สำหรับบุคคลทั่วไป

- 5.12 สิ่งควมมีความสามารถที่จะควบคุมภาวะแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ โดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้เพื่อจะทำให้แน่ใจว่าภาวะแวดล้อมมีคุณภาพดีพอสำหรับอนาคต
- 5.13 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและความรู้สาขาอื่น ๆ แม้ว่าตัวความรู้และกระบวนการหาความรู้ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต่างจากสาขาวิชาอื่น ๆ แต่มันก็ยังมีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์สาขาอื่น ๆ บางสาขา เช่นประวัติศาสตร์ จริยศึกษา ฯลฯ

6. ความสนใจ มิติดีค่อนข้างจะเป็นเรื่องส่วนตัวของผู้เรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับ ความสนใจ และเจตคติที่มีต่องานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าอะไรก็ตามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้วจะต้องเห็นด้วยทั้งหมดอย่างอัตโนมัติ ในที่นี้เพียงแต่หมายถึงความตั้งใจที่จะอ่าน ฟัง ดู กล่าวถึงและการเข้าไปเกี่ยวข้องกับสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ อีกประการหนึ่งมิตินี้หมายถึงบุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ จะต้องมีความคิดเห็น เป็นของตัวเองที่ซับซ้อนไปกว่าคนที่ไม่มีลักษณะดังกล่าว

องค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้เป็นลักษณะของมิตินี้คือ

- 6.1 แสดงออกถึงความสนใจทางวิทยาศาสตร์ระดับหนึ่ง
- 6.2 มีความมั่นใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้และสามารถเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้ระดับหนึ่ง
- 6.3 มีความชอบที่จะอธิบายสิ่งต่าง ๆ อย่างนักวิทยาศาสตร์
- 6.4 ชอบติดตามหรือทำงานอดิเรกที่ใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
- 6.5 ชอบที่จะศึกษาหาความรู้อยู่ตลอดเวลา
- 6.6 ชอบที่จะรับฟังคำอธิบายต่าง ๆ ในเชิงวิทยาศาสตร์
- 6.7 ยอมรับความสำคัญของนักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในปัจจุบัน และรู้สึกชอบคนผู้ ที่สร้างสรรค์ในอดีต

7. ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเหมือนว่าจะ เป็นอุปสรรคสำหรับนักเรียนในอันที่จะไปสู่จุดสูงสุดของคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ ได้เช่นกัน เพราะว่าหลายคนรู้สึกกลัวในอันที่จะใช้เครื่องมือต่าง ๆ ดังกล่าวโดยเฉพาะนักเรียนหญิง ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะได้รับการปลูกฝังกันมาว่างานที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือ นั้นไม่เหมาะสมกับเพศหญิง อีกประการหนึ่งครูวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อนมักจะหวงเครื่องมือเพราะมีราคาแพง ดังนั้น

นักเรียนจึงไม่มีโอกาสสัมผัสมากนัก ในระยะหลัง ๆ มาเมื่อวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เน้นการปฏิบัติ เป็นหลักก็มีปัญหาเกี่ยวกับเครื่องมือไม่พอกับความต้องการของนักเรียนตามมาอีก จึงเป็นการยากที่จะทำให้นักเรียนทุกคนบรรลุเป้าหมายในด้านนี้

รายชื่อเครื่องมือข้างล่างนี้แทนทักษะที่สำคัญที่นักเรียนควรมี คือ

- 7.1 กล้องจุลทรรศน์
- 7.2 เทอร์โมมิเตอร์
- 7.3 ไม้เมตร
- 7.4 ตาชั่ง
- 7.5 กระจกตวง
- 7.6 นาฬิกาจับเวลา
- 7.7 กล้องถ่ายรูป
- 7.8 เครื่องคิดเลข
- 7.9 เครื่องเล่นเทป
- 7.10 คอมพิวเตอร์
- 7.11 แมโนมิเตอร์
- 7.12 ออสซิลโลสโคป
- 7.13 โพลีกราฟ
- 7.14 แอมมิเตอร์
- 7.15 เครื่องวัด PH

จากที่กล่าวข้างต้นอาจจะสรุปได้ว่า บุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี นั้นจะเป็นบุคคลที่มีความรู้ ความสามารถ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะในการแสวงหาความรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้นั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านส่วนตัวและสังคม

การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

โรเมย์ (Romey, 1968 : 90-91) กล่าวไว้สรุปได้ว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ครูไม่ควรที่จะใช้วิธีสอนแบบเดียวตลอดไป เพราะนักเรียนแต่ละคนมีแบบของการเรียนรู้ (Style of Learning) แตกต่างกัน ซึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จะประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. การทำกิจกรรม เป็นต้นว่า การทดลองในห้องปฏิบัติการ การทำแบบฝึกหัด การสาธิต โดยนักเรียน การเขียนรายงาน การทำงานเป็นหมู่คณะ การแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือหมู่คณะ การกระทำอื่น ๆ ที่ครูเป็นแต่เพียงผู้แนะแนวทาง
2. การอภิปราย ซึ่งอาจเป็นการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียน
3. การให้ข้อมูล ซึ่งอาจจะเป็นการบรรยายของครู การสาธิตโดยครู การใช้อุปกรณ์ การสอนของครูหรือการบรรยายของวิทยากร

เลwis และ พอตเตอร์ (Lewis and Pottor, 1970: 17) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ควรเรียนรู้วิธีการค้นคว้าหาความรู้ได้เอง ด้วยสติปัญญาของตนเอง (Inquiry Method) เน้นให้ผู้เรียนมีจิตใจอยากกรู้อยากเห็น (Inquiry Mind) และเกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

สวัทท์ นียมค้ำ (2517 : 20) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบใหม่ว่า การสอนควรยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Centered) กิจกรรมส่วนใหญ่ นักเรียนเป็นฝ่ายทำเอง ครูอยู่ในฐานะที่เลี้ยง วิธีสอนจะใช้การสอนแบบการค้นพบ โดยจะมีการทดลองในห้องปฏิบัติการอยู่ตลอดเวลา เพราะการเรียนภาคทฤษฎีและการปฏิบัติไม่ควรแยกจากกัน วิธีทดลองเป็นแบบการจัดกิจกรรมที่ไม่กำหนดแนวทาง กล่าวคือ ให้นักเรียนช่วยกันกำหนดปัญหา ช่วยกันวางแผนที่กำหนดเสร็จแล้วมีการวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองเอง จากนั้นนำมาอภิปรายถกเถียงกันว่าใครถูกใครผิด

ผดุงยศ ดวงมาลา (2523 : 62) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า ควรมีลักษณะดังนี้คือ

1. การกำหนดจุดประสงค์การสอนควรกำหนดเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียน
2. การสอนควรมุ่งพัฒนาความคิดของผู้เรียนมากกว่าให้จดจำเนื้อหาวิชา
3. การสอนแนวใหม่ มองวิทยาศาสตร์เป็นทั้งตัวความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. กิจกรรมการเรียนการสอน เน้นให้นักเรียนเป็นฝ่ายกระทำเอง โดยครูจะเป็นผู้ให้คำแนะนำให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด

5. การทดลองไม่ควรแยกออกจากการเรียนภาคทฤษฎี การเรียนการสอนควรเป็นไปในลักษณะผสมผสานกันไป กิจกรรมการทดลองไม่ควรกำหนดกิจกรรมไว้ตายตัว โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดปัญหา วางแผนการทดลอง ดำเนินการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เสนอแนะแนวการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังที่ ผุสดี ตามไท (2530 : 8) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ไว้ว่า

กระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ยังคงเน้นกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อมุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะนำไปสู่การเป็นคนมีใจใฝ่รู้อยู่เสมอ มีใจรักในวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถเสาะหาข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ทั้งนี้จะได้จัดกิจกรรมในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น การทดลองที่ทำในห้องเรียนและนอกห้องเรียน การค้นคว้าและเขียนรายงาน การทำโครงการวิทยาศาสตร์ การเล่นบทบาทสมมติ โดยให้เหมาะสมกับเวลาและมีกิจกรรมเลือกมากขึ้น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2518 : 1-7) ได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ครูจะต้องเตรียมวางแผนกิจกรรมและคำถามให้รอบคอบ จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม และอยู่ในสภาพที่ใช้การได้ดี
2. ให้โอกาสแก่นักเรียนให้มากที่สุดในการแก้ปัญหาและตอบคำถามต่าง ๆ
3. ครูไม่จำเป็นต้องตอบคำถามได้หมด แต่ควรจะสามารถแนะนำได้ว่าสามารถหาคำตอบเรื่องนั้น ๆ ได้โดยสืบเสาะจากแหล่งอื่น ๆ
4. ครูควรให้เวลาแก่นักเรียนได้คิดก่อนที่จะตอบปัญหาต่าง ๆ พอสมควร
5. ครูไม่ควรบอกคำตอบแก่นักเรียน ถ้ายังเห็นว่านักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วยตนเอง แต่คอยให้ความช่วยเหลือเมื่อเห็นว่านักเรียนประสบปัญหาที่ยังยากซับซ้อนเกินไป

6. ครูควรใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นการใช้ความคิดของนักเรียน
7. ครูไม่ควรคาดหวังว่านักเรียนทุกคนจะต้องค้นพบ หลักการทางวิทยาศาสตร์ (Concept) ทุกเรื่องไป (แต่อย่าปล่อยให้เด็กเรียนเก่งผูกขาดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้แต่ฝ่ายเดียว) พยายามให้นักเรียนทั้งหมดมีส่วนร่วมในกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้
8. ครูไม่ควรยอมรับข้อสรุปที่ไม่มีเหตุผลสนับสนุน ควรชี้ให้นักเรียนเห็นความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาผลการทดลองด้วยความระมัดระวัง
9. ครูควรมีความกระตือรือร้นในการใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้
10. ครูควรพยายามใช้วิธีการสอนหลาย ๆ แบบเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน

มังกร ทองสุชาติ (2523 : 30-39) ได้เสนอแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ครูควรมีวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ได้ดีที่สุด อาจมีการจัดการเรียนการสอนโดย ให้นักเรียนได้รับจากประสบการณ์ตรง ประสบการณ์อ้อม หรือประสบการณ์การอื่น ๆ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

ครูเป็นผู้แนะแนวความคิด ชี้ทางให้เด็กรู้จักค้นคว้าสืบสวน สอบสวนและทดลอง เพื่อให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด ประสบการณ์เหล่านี้ได้แก่

1. การสร้างประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ที่มีความมุ่งหมาย (Direct or Purposed Experience) คือการที่ครูสอนให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้วยตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานในห้องปฏิบัติการ เพื่อนักเรียนจะได้สร้างปัญหา ตั้งสมมติฐาน และทดสอบสมมติฐาน โดยครูทำหน้าที่แต่คอยเป็นผู้ให้คำแนะนำหรือให้คำปรึกษา (Supervisor) เท่านั้น หลีกเลี่ยงการเข้าไปมีบทบาทในลักษณะเป็นการก้าวก้าวยในการทำงานของนักเรียนมากเกินไป

2. ประสบการณ์ที่ครูจัดให้ (Contrived Experience) การสอนแบบให้นักเรียนมีประสบการณ์ต่าง ๆ ตามที่ครูจัดมาให้ นั่น หมายถึงการสอนที่ใช้อุปกรณ์วัสดุมาช่วยประกอบอุปกรณ์เหล่านี้ได้แก่

2.1 หุ่นจำลอง (Model) เช่น หุ่นจำลองโครงสร้างของนัยน์ตา โครงกระดูกจรวด และหุ่นจำลองแสดงการแบ่งตัวของเซลล์

2.2 แบบจำลอง (Mock Up) เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยของวัตถุที่มีขนาดใหญ่ ๆ หรือหมายถึงส่วนประกอบของหุ่นจำลอง เช่น แบบจำลองที่แสดงการทำงานของเครื่องยนต์ที่มีการจุดระเบิดภายในกระบอกสูบ

2.3 ของจริง (Object) และสารตัวอย่าง (Specimen) ได้แก่ สัตว์เลี้ยง หรือก้อนแร่ ก้อนหิน

3. ประสบการณ์ที่ได้จากการแสดงละคร (Dramatized Experience) การสอน โดยการแสดงนั้น ได้แก่ การแสดงละคร การแสดงหุ่น การแสดงออกทางอื่น ๆ วิธีการสอน แบบนี้เป็นวิธีการที่จะทำให้ได้รายละเอียดต่าง ๆ ได้ดีเช่นเดียวกับการอ่าน การจัดให้มีการแสดง เกี่ยวกับประวัติทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจถือว่าเป็นกิจกรรมนอกหลักสูตรได้ดี บทละครที่จัดนั้นนอกจากจะให้ข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้ว ยังเป็นการฝึกทักษะให้กับนักเรียนและอาจเป็นสิ่งที่ช่วยปลูกฝังให้เกิดความซาบซึ้ง (Appreciation) ในวิชาวิทยาศาสตร์อีกด้วย ประโยชน์อื่น ๆ ที่พึงจะได้รับคือ

- 3.1 ช่วยฝึกเด็กที่ต้องเขียนบทละครได้ค้นคว้าในห้องสมุด หรือ ติดต่อ สอบถาม จากผู้อื่น ๆ
- 3.2 เด็กที่แสดงละครจะได้ฝึกฝนการแสดงออกทางอารมณ์ในด้านต่าง ๆ
- 3.3 ฝึกให้เด็กที่แสดงได้ศึกษาคุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ที่ตนแสดงแทนอย่างจริงจัง และลึกซึ้ง
- 3.4 ฝึกให้เด็กมีทักษะในการแสดง การทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 3.5 การแสดงละครเป็นสื่อของความเข้าใจระหว่างผู้ชมกับผู้แสดงอื่น ๆ
- 3.6 เด็กที่แสดงละครจะมีโอกาสฝึกประสาทของตนเองมากที่สุด เพราะเขาจะสามารถแสดงได้ด้วยตนเองให้เป็นเรื่องเป็นราวจริง ๆ ได้อย่างเต็มที่

การเรียนรู้จากประสบการณ์อ้อม

ครูเป็นผู้จัดทำขึ้นเป็นส่วนใหญ่และมีนักเรียนร่วมมืออยู่บ้าง ประสบการณ์เหล่านี้ได้แก่

1. การแสดงสาธิต (Demonstration) คือการที่ครูเป็นผู้ทำกิจกรรมนั้นให้กับนักเรียนประโยชน์คือ นักเรียนจะได้เห็นเทคนิคการทดลอง
2. การศึกษานอกสถานที่การทัศนศึกษา (Field Trips) คือการที่ครูจัดพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่เพื่อสนองความต้องการของนักเรียน หรือกระตุ้นให้นักเรียนได้เปลี่ยนบรรยากาศจากภายในห้องเรียนเสียบ้าง เช่น ครูพานักเรียนไปสำรวจบริเวณโรงเรียน ชายทะเล ป่าเขา ฯลฯ
3. การจัดนิทรรศการ (Exhibits) การจัดนิทรรศการทางการศึกษาอาจกระทำได้หลายวิธี โดยจัดให้ทุกสถาบันที่ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เพื่อเป็นการแสดงผลงานของนักเรียนต่อเนื่องในโรงเรียนเดียวกัน หรือในโรงเรียนต่าง ๆ และให้ผู้ปกครองได้ชมการจัดนิทรรศการทางการศึกษา โดยเอกชนอาจจะจัดทำร่วมด้วยก็ได้

ถ้าหากว่านิทรรศการนั้นจัดขึ้นในห้องเรียน วัตถุประสงค์อาจจะแตกต่างกันไป เช่น จัดขึ้นประกอบบทเรียนที่กำลังเรียนในขณะนั้น หรือจัดขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น มีความสนใจที่จะเรียนรู้ หรือจัดขึ้นเพื่อเป็นการถ่ายทอดความรู้ในหมู่นักเรียน ให้มีการค้นคว้าเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น หรืออาจจะจัดขึ้นเพื่อสรุปผลงานในเรื่องที่ได้เรียนมาแล้วก็ได้

การเรียนรู้จากประสบการณ์อื่น ๆ

การสอนวิทยาศาสตร์โดยครูสร้างประสบการณ์อื่น ๆ ได้แก่

1. โทรทัศน์และภาพยนตร์ อุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์สำคัญในทางเทคโนโลยีทางการศึกษา เพราะครูสามารถบังคับการเคลื่อนไหวให้ช้าหรือหยุดนิ่งได้ ความต้องการ เพื่อให้ นักเรียนสามารถเห็นรายละเอียดหรือขั้นตอนต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง สามารถฉายภาพยนตร์แสดงการเจริญเติบโตของพืช การขยายกลีบของดอกไม้ เน้นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้พร้อมกัน ทำให้ประหยัดเวลาในการเรียนการสอน

2. เครื่องบันทึกเสียง วิทยุ ภาพนิ่ง การใช้เครื่องบันทึกเสียง หรือ รายการวิทยุศึกษา ตลอดจนภาพนิ่ง จะเป็นสิ่งกระตุ้นและสร้างจุดสนใจให้นักเรียนเกิดความอยากเรียน อยากรู้ อยากอ่าน อีกทั้งกระตุ้นให้นักเรียนพยายามที่จะนำไปใช้เตรียมบทเรียนเพื่อนำมาเสนอแก่เพื่อนได้อีกด้วย

3. ภาพต่าง ๆ (Visual Symbols) ภาพต่าง ๆ เช่นแผนที่ กระจาดานดำ ภาพวาด ภาพการ์ตูน แผนภูมิ กราฟ จะเป็นสิ่งที่ช่วยประกอบในการเรียนเพราะสามารถจำลองหรือเป็นสัญลักษณ์ของสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งเป็นเรื่องนามธรรม เช่น สเกลอุณหภูมิ ความสูงของภูเขาหรือแสดงการเปรียบเทียบปริมาณจริง ๆ เป็นต้น

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีการพัฒนาขึ้นตามลำดับ มีการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนโดยมีการจัดประกวดโรงเรียนที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ดีเด่น คณะกรรมการคัดเลือกโรงเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายดีเด่นประจำภาค พ.ศ.2527 ได้รายงานถึงกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่โรงเรียนดีเด่นแต่ละภาคจัดขึ้นซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจและทันต่อเหตุการณ์
2. มีการแสดง อภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. มีการจัดห้องปฏิบัติการสำหรับการทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไว้อย่างเป็นระเบียบ มีการดูแลและซ่อมแซมอุปกรณ์อยู่เสมอ
4. มีการส่งเสริมกิจกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และอาชีวศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น โรงเรียนเข้าานาให้นักเรียนทำการทดลองปลูกข้าวและทำการเกษตรด้านอื่น ๆ
5. มีการจัดให้นักเรียนฟังบรรยายพิเศษเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าเป็นประจำ
6. ส่งเสริมให้นักเรียนแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น การตอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงการวิทยาศาสตร์ การประกวดอุปกรณ์ ทั้งในระดับโรงเรียนและที่ทางสถาบันอื่น ๆ จัดขึ้น
7. มีการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัย เช่น แผ่นใส เทป วิดีทัศน์ เป็นต้น

(ธงชัย ชิวปรีชา 2527 : 16-17)

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันนั้นควรมุ่งเน้นวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ควรมีการฝึกให้นักเรียนมีโอกาสใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนจะยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้กระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาจจะมีการทดลองอภิปรายซักถามระหว่างครูและนักเรียน ครูอาจเลือกวิธีการสอนหลาย ๆ แบบเพื่อให้นักเรียนมีการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เช่น การสาธิต บรรยาย อภิปราย ซักถาม ค้นคว้า ทำรายงาน หรือใช้นวัตกรรมต่าง ๆ เข้าช่วย รวมถึงอาจจะมีการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งในและนอกห้องเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ สามารถนำความรู้ต่าง ๆ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง และมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในต่างประเทศ

การ์เซีย (Garcia, 1985) ได้ศึกษาค้นคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ใน แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสังเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 5 เล่ม

พบว่าคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์เป็นจุดสำคัญสูงสุดของการศึกษาวิทยาศาสตร์ และได้ตั้งคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ข้อคือ

1. ขอบเขตของคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ที่คาดหวังในปัจจุบัน
2. ขอบเขตของคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตามความเป็นจริงในปัจจุบัน
3. ปริมาณของคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์

พิคคาร์ด (Pickard, 1988) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการอธิบายความเข้าใจและประเมินค่าคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอเมริกัน เครื่องมือที่ใช้ถูกออกแบบโดยมี NAEP เป็นผู้กำหนดมาตรฐาน โดยการทำการทดสอบก่อนเรียน ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์และนักเรียนที่ไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อให้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และทำการทดสอบหลังเรียน ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์จะมีความรู้ ความเข้าใจ การตัดสินใจ รวมทั้งลักษณะทางวิทยาศาสตร์ต่างไปจากนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ

ฟิลแมน (Fillman, 1989) ทำการศึกษาถึงคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 106 คน ได้ผลสรุปว่า บุคคลที่มีคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะดังนี้

1. มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ 65-80 %
2. ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะ 10-20 %
3. ใช้วิทยาศาสตร์เป็นแนวทางในการคิดเล็กน้อยหรือไม่จำเป็นต้องมี
4. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม 1-10 %

งานวิจัยภายในประเทศ

สาโรจน์ สำเภาเงิน (2534 : 37-39) ได้วิจัยเรื่อง คุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรจะมีตามทฤษฎีของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตัวอย่างประชากรคือผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้านต่าง ๆ จำนวน 135 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่คนไทยซึ่งสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรจะมี พบว่าคุณลักษณะทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นควรจะมี มี 27 ข้อดังนี้

1. สามารถไข่มโนทัศน์ (Concept) ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก้ปัญหาหรือ ดำเนินชีวิตประจำวันได้

2. สามารถเลือกเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
3. สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล
4. รู้ถึงความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริง (Fact) ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กับสิ่งที่ เป็นความคิดเห็น
5. รู้ว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและทฤษฎี
6. เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ขณะเดียวกันก็มองเห็นความสัมพันธ์ของทั้งสองอย่างนี้ด้วย
7. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
8. เข้าใจถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้
9. รู้ว่าข้อมูลที่ได้อาจจะมีความผิดพลาด และ เบี่ยงเบนจากข้อเท็จจริง
10. ยอมรับว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บางครั้งไม่จำเป็นต้องได้มาจากการทดลอง
11. มีความเข้าใจว่า ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีขอบเขตจำกัดเนื่องจากความสามารถของประสาทสัมผัสของมนุษย์ และ เครื่องมือที่ช่วยขยายขอบเขตความสามารถของประสาทสัมผัสของมนุษย์
12. สามารถที่จะลงข้อสรุป (Inference) บางอย่างได้จากข้อเท็จจริง
13. รู้จักใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ
14. รู้ถึงความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่เชื่อถือได้กับข้อมูลที่เชื่อถือไม่ได้
15. รู้ว่าสิ่งที่พัฒนามาจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นำมาทั้งผลดีและผลเสีย
16. ยอมรับการตัดสินใจ และการกระทำของบุคคลอื่นที่มีเหตุผล
17. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีเหตุผล
18. มีความอยากรู้อยากเห็น
19. เห็นคุณค่าของธรรมชาติ
20. เห็นคุณค่าของสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น
21. รู้ว่าผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เกิดจากความพยายามและการทดลองหลาย ๆ ครั้ง
22. ตระหนักในคุณค่าและความสำคัญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

23. มีความเข้าใจว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงได้
เมื่อมีข้อมูลเหมาะสม
24. รู้ว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีผลกระทบต่อสังคมไทยในหลาย ๆ ด้าน
25. สามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ธรรมชาติได้ว่าอะไรเป็นอะไร อะไรเป็นผล
และอะไรเป็นเหตุผลซึ่งกันและกัน
26. เข้าใจถึงความจำเป็นที่จะต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แก้ปัญหาเกี่ยวกับ
สิ่งแวดล้อม
27. เข้าใจว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ย่อมมีหนทางแก้ไขได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย