บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย และในเมืองนาโกย่า ประเทศญี่ปุ่น ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา ในหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์
2. หลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
3. เนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์
4. กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
5. ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์
6. สื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
7. การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
8. การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่น
9. ลักษณะของคนญี่ปุ่น

ประโยชน์ของวิทยาศาสตร์

พิทักษ์ รักษพลเดช (2530, หน้า 34 - 43) กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาพื้นฐานทั่วไปที่มนุษย์จำเป็นจะต้องเรียนรู้ เนื่องจากมีประโยชน์ดังนี้

1. ช่วยให้มีความสามารถด้านสังคม สังคมที่มีความสามารถในทางวิทยาศาสตร์ย่อมจะดีกว่าสังคมที่ต่ำต้อยในด้านวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันนี้ ประเทศที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์มาก เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ จึงมีฐานะเป็นประเทศผู้นำของโลก เพราะสามารถใช้เทคนิคทางวิทยาศาสตร์ผลิตสิ่งของเครื่องใช้ได้มากมาย ประชาชนมีรายได้สูงและมีมาตรฐานการครองชีพสูง

2. วิทยาศาสตร์ช่วยแนะแนวอาชีพ เด็กนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์อาจมีความพอใจและสนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมอยู่เรื่อย ๆ เมื่อได้ตกลงปลงใจชอบในวิทยาศาสตร์สาขาใดสาขาหนึ่ง และมีความถนัดในวิชานั้น ๆ จะเลือกเรียนเป็นวิชาชีพของตนได้

3. ช่วยให้เกิดความเจริญทางร่างกายและจิตใจ ความเจริญทางร่างกายของเด็กส่วนมากเกี่ยวกับสุขภาพ อนามัย อาหารการกิน และการอยู่ เมื่อร่างกายแข็งแรงสมบูรณ์แล้วจิตใจก็จะเจริญตามไปด้วย การที่มุ่งให้นักเรียนเรียนแต่ในด้านทฤษฎีอย่างเดียว นักเรียนจะได้ประโยชน์น้อยมาก

4. ช่วยให้เป็นผู้บริโภคที่มีความสามารถ คือ สามารถตัดสินใจโดยอาศัยหลักวิชาความรู้ในทางวิทยาศาสตร์เลือกบริโภคว่าสินค้าควรจะใช้สินค้าชนิดใดจึงจะดี ทน และราคาถูก

5. ช่วยให้เป็นผู้ผลิตที่มีความสามารถ เนื่องจากต้องใช้ความรู้ความชำนาญและเทคนิคทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ

6. ช่วยให้รู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ โดยอาจจะส่งเสริมให้เด็กใช้เวลาว่างในกิจการงานด้านวิทยาศาสตร์

7. ช่วยให้เกิดปรัชญาการดำรงชีวิต

8. ช่วยให้ปลอดภัย

9. ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์

10. ช่วยให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นที่มาเบื้องต้นแห่งเหตุและผลได้ดี

11. ช่วยให้เกิดความพึงพอใจ เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้

12. ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

จากที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ เนื่องจากการดำรงชีวิตประจำวัน ล้วนแล้วแต่ต้องอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการสร้างความสามารถที่หลากหลาย รวมไปถึงความเจริญทั้งด้านร่างกายและจิตใจด้วย

หลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 51 - 52, 110 - 112) กล่าวถึงการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทยว่า หลังจากที่กระทรวงศึกษาธิการได้รับอนุมัติให้จัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขึ้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2515 แล้ว สสวท. ก็ได้รับมอบหมายให้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตร และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ สสวท. ได้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์มาแล้วหลายวิชาและหลายระดับ ในระยะแรกได้เริ่มพัฒนาหลักสูตรวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลายสายวิทยาศาสตร์ และวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพสำหรับสายศิลป์ กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตร 3 วิชาแรกทั่ว

ประเทศ ใน พ.ศ. 2519 สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพนั้นประกาศใช้ใน พ.ศ. 2519 เช่นกัน แต่ยังไม่บังคับใช้ทั่วประเทศและบังคับใช้ทั่วประเทศใน พ.ศ. 2521 สสวท. ได้พัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปสำหรับมัธยมศึกษาตอนต้นในเวลาใกล้เคียงกัน และกระทรวงศึกษาธิการประกาศใช้ทั่วประเทศใน พ.ศ. 2520 ต่อมา สสวท. ได้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับสายอาชีวศึกษาในวิชาชีพเกษตรกรรม อุตสาหกรรม คหกรรม และศิลปหัตถกรรม และกระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตร วิทยาศาสตร์สัมพันธ์ทั้ง 4 วิชาชีพ ใน พ.ศ. 2524

ต่อมากระทรวงศึกษาธิการได้มีการเปลี่ยนระบบการศึกษาจาก 7 - 3 - 2 มาเป็น 6 - 3 - 3 และเริ่มใช้ระบบใหม่ใน พ.ศ. 2521 สสวท. จึงให้ใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วไปสำหรับนักเรียนชั้น ม. 1 - 3 ตามระบบใหม่ใน พ.ศ. 2521 ด้วย เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาทำให้มีผลกระทบต่อหลักสูตร ทั้งในแง่ของปริมาณเนื้อหาและกิจกรรมที่จะสอนในแต่ละภาคเรียนของระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเปลี่ยนจาก 4 ภาคเรียนเป็น 6 ภาคเรียน สสวท. ได้ปรับปรุงหลักสูตรวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นรอบที่สอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการติดตามผล และประกาศใช้ใน พ.ศ. 2524

ปัจจุบันนี้ กระทรวงศึกษาธิการได้มีนโยบายปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมทั้งในปัจจุบันและในอนาคต โดยหลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่มีความยืดหยุ่นมากขึ้นและมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสเลือกวิชาเลือกมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้ค้นพบความสามารถ ความถนัดและความสนใจของตนเอง มีความรู้พื้นฐานสำหรับประกอบสัมมาชีพหรือการศึกษาต่อ และหลักสูตรยังเน้นการศึกษาเพื่อสนองความต้องการของท้องถิ่นด้วย หลักสูตรที่ปรับปรุงใหม่นี้ได้ใช้กับโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้ในหลักสูตรในปีการศึกษา 2533 และประกาศใช้ทั่วประเทศในปีการศึกษา 2534

สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านมโนคติ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ช่วยให้เป็นความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันในเนื้อหาวิชาซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างมีความหมายมากกว่าความจำ

2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์ เป็นการทำความเข้าใจว่า ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นผลสืบเนื่องมาจากการศึกษาค้นคว้าและวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานหรือสร้างแบบจำลองโดยอาศัยความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าทดลอง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์และวิจารณญาณ สมมติฐานหรือแบบจำลองนั้น อาจนำ

มาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือยกเลิก เมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง แต่ก็ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์

3. เพื่อให้มีทักษะในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญ

4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ชอบและรักที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ตระหนักว่า การศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อความผาสุกและอารยธรรมของมนุษย์ ผู้เรียนควรนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการปรับปรุงชีวิตประจำวันตลอดจนสังคมให้ดีขึ้น

6. เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและชุมชน

ประมวล ศิริผันแก้ว (2541, หน้า 22) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องเน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดหลัก (Concept) หลักการ กฎ และทฤษฎี ต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความคิดชั้นสูง (Higher Ordered Thinking) มีกระบวนการศึกษาหาความรู้ (Processes of Learning) มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการสื่อสารและการตัดสินใจ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) และร่วมมือร่วมใจในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

เยเกอร์ (Yager, N.d, p. 7) กล่าวถึงเป้าประสงค์สำหรับวิทยาศาสตร์ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นว่า ควรจัดให้บรรลุเป้าประสงค์ (Goal Clusters) 4 ประการ คือ

1. ตอบสนองความต้องการส่วนบุคคล (Science for Meeting Personal Needs) อันเป็นการเตรียมผู้เรียนให้สามารถใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตในกระแสความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

2. ร่วมแก้ปัญหาสังคม (Science for Resolving Current Societal Issues) ซึ่งควรเน้นที่การสร้างความสามารถในการร่วมแก้ปัญหาสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วย สำนึกรับผิดชอบของผู้เรียน

3. ให้แนวทางในการเลือกอาชีพ (Science for Assisting with Career Choice) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนเกิดความตระหนักในธรรมชาติและขอบเขตที่กว้างขวางของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะเป็นทางเลือกในการประกอบอาชีพตามความถนัดและความสนใจ

4. วางรากฐานเพื่อการศึกษาต่อ (Science for Preparing for Further Study) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนสั่งสมความรู้เพื่อประโยชน์ในการศึกษาต่อทั้งในเชิงวิชาการ (Academic) และวิชาชีพ (Professional) ที่เหมาะสมกับตนเอง

ทนงศักดิ์ ประสบกิตติคุณ (2543, หน้า 6) กล่าวถึงปัญหาในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เมื่อพิจารณาตามการจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันว่า หลักสูตรมีการพัฒนาความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก กล่าวคือมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น แต่ผลที่ออกมานักเรียนยังไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เท่าที่ควร สืบเนื่องมาจากปัญหาที่ควรพิจารณาดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสปฏิบัติหรือร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนน้อยเกินไป ถึงแม้หลักสูตรที่จัดขึ้นจะมุ่งให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แต่ในสภาพความเป็นจริงครูผู้สอนยังคิดและคุ้นเคยกับการสอนแบบเดิม มุ่งให้แต่ความรู้มากกว่ากระบวนการสร้างความรู้ ตลอดจนสภาพสังคมที่มุ่งการแข่งขันเพื่อสอบเข้ามหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียง จนขาดความสนใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

2. นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีเนื้อหาความรู้ที่ซับซ้อน ยากต่อการเข้าใจ ความรู้สึกกลัว ความเบื่อหน่ายกับเนื้อหาที่มีมาก จึงไม่มีความสนุก และความสุขในการเรียน ทำให้มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3. ขาดการปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนอย่างจริงจัง อุปนิสัยในการแสวงหาความรู้เป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เมื่อไม่มีการปลูกฝังหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีหัวใจของนักวิทยาศาสตร์อยู่ในตัวแล้ว ย่อมทำให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างไม่มีประสิทธิภาพ

4. ขาดการส่งเสริมหรือการกระตุ้นที่ดีในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องมีความสนใจต่อการส่งเสริมผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด รู้จักใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา จึงจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

พิทักษ์ รักษพลเดช (2530, หน้า 73 - 74) เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาว่า ควรจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อสนองนโยบายการศึกษาโดยเน้นหนักในเรื่องต่อไปนี้

1. พยายามให้เด็กได้รับประสบการณ์วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนานิสัยที่จะเสาะแสวงหาคำอธิบายเรื่องราวของธรรมชาติอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะทำให้ไม่เชื่อโชคลางและสิ่งที่ไม่มีเหตุผลใด ๆ

2. ส่งเสริมให้เด็กเกิดความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยอาจจะจัดตั้งสโมสรวิทยาศาสตร์ และช่วยเด็กแต่ละคนในการทดลองวิทยาศาสตร์

3. ช่วยเหลือให้สถานที่ และเครื่องมือเพื่อให้เด็กได้ประดิษฐ์สิ่งของและวัตถุทางวิทยาศาสตร์

4. จัดให้มีการสาธิตการทดลองวิทยาศาสตร์ ซึ่งเด็กจะดูได้ เพื่อที่จะได้ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับหลักวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองได้

5. ให้เด็กได้มีประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จริง ๆ มากกว่าการใช้วิธีให้ดูรูปภาพหรือให้อ่านหนังสือ

6. จัดให้เด็กได้ศึกษาถึงผลงานของนักวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสวัสดิภาพของมนุษย์

7. จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เด็กได้แลเห็นถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์

8. ให้เด็กเรียนรู้และสามารถได้รับประโยชน์จากวิทยาศาสตร์ทั้งในเวลาปัจจุบัน และสำหรับความต้องการในอนาคตด้วย

9. ให้เด็กได้ศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บังเกิดผลในพัฒนาการทางร่างกายและอารมณ์ของเด็กแต่ละบุคคล

10. จัดให้มีการศึกษานอกสถานที่ การทำงานในห้องฝึกงานหรือในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และมีการอภิปราย ไม่เพียงแต่บรรยายและการใช้คู่มือปฏิบัติการเท่านั้น

11. ให้โอกาสแก่เด็กได้ใช้ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหาต่าง ๆ

12. ให้โอกาสแก่นักเรียนได้ศึกษา โดยใช้แหล่งวิชาต่าง ๆ ของชุมชน

13. ส่งเสริมให้เด็กใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

14. ให้โอกาสนักเรียนได้ตรวจสอบอาชีพวิทยาศาสตร์และสภาพความเป็นอยู่ของผู้ที่มีอาชีพประเภทต่าง ๆ ในชุมชนของนักเรียน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้เวลาว่าง และมาตรฐานการครองชีพของคนเหล่านั้น

15. พยายามทำให้ประสบการณ์วิทยาศาสตร์เป็นของง่าย ๆ เพื่อเด็กจะได้สามารถเอาไปใช้ประโยชน์ได้

16. ทำการศึกษาค้นคว้าดูว่า เด็กที่กำลังเรียนวิทยาศาสตร์อยู่นั้น อยากจะเรียนวิทยาศาสตร์ในชั้นสูง ๆ ขึ้นไปมากน้อยเพียงใด

17. เน้นให้เด็กเข้าใจว่า เรื่องของวิทยาศาสตร์ ไม่เหมือนกับเรื่องของการเล่นกล แต่เป็นเรื่องจริง

จากหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า การจัดหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องปรับให้เหมาะและสอดคล้องกับสภาพสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยมุ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ทั้งด้านความคิดและการปฏิบัติ นอกจากนี้จะต้องสอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่นและบุคคลอีกด้วย

เนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์

เนื้อหาสาระของรายวิชาคือประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งกำหนดไว้สำหรับอธิบายรายวิชานั้น ๆ และจะช่วยให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่วางไว้ (กรมวิชาการ, 2534, หน้า 4 - 5) ส่วน Gagn' e and Briggs (1974, p. 53 - 70) แสดงทัศนะว่า เนื้อหาสาระที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นความรู้ เจตคติ และทักษะ

เนื้อหาสาระรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่เป็นแนวความคิดหลักพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตแต่สอดแทรกเรื่องราวของเทคโนโลยีมากขึ้น โดยเนื้อหาสาระเริ่มตั้งแต่สิ่งรอบตัว ที่เป็นพื้นฐานการดำรงชีวิต คือ น้ำ สารรอบตัว พืช สัตว์และสิ่งแวดล้อม เรื่องราวเกี่ยวกับตัวนักเรียน คือ กลไกการทำงานของร่างกายและการเจริญเติบโต และจบลงด้วยเรื่องของสิ่งรอบตัวที่อาศัยเทคโนโลยี คือ ทรัพยากรธรรมชาติ การพัฒนาอนุรักษ์ การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก พลังงานและชีวิตประจำวัน เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและการขนส่งสื่อสาร โดยเนื้อหาสาระแต่ละเรื่องจะสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไป มีการสอดแทรกเกร็ดความรู้ กิจกรรมความคิดรวบยอดในเนื้อหาสาระเฉพาะเรื่อง

กรมวิชาการ (2534, หน้า 35-36) ได้กล่าวถึงเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศไทยโดยรวมดังนี้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กำหนดให้เรียน รหัสวิชา ว 101 ในภาคเรียนที่ 1โดยศึกษาทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสำคัญและสมบัติของน้ำและสารรอบตัว การแยกสารหรือสิ่งเจือปนออกจากกัน การระมัดระวังและรับผิดชอบในการใช้น้ำ สารรอบตัวและผลิตผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเรื่อง

สารต่าง ๆ สามารถใช้อุปกรณ์พื้นฐาน มีทักษะในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความคิดสร้างสรรค์ตลอดจนมีความตระหนักในบทบาทและผลกระทบในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม และกำหนดให้เรียน รหัสวิชา ว 102 ในภาคเรียนที่ 2 โดยศึกษา ทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิต การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ เทคโนโลยีในการขยายพันธุ์ของพืชและสัตว์ การสร้างอาหาร การลำเลียงน้ำและอาหารของพืช บทบาทและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม สามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการดำเนินชีวิต คิดค้น และแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงคุณค่าและเห็นความจำเป็นที่จะต้องรักษาสมดุลของธรรมชาติ

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กำหนดให้เรียน รหัสวิชา ว 203 ในภาคเรียนที่ 1 โดยศึกษาและทดลองเกี่ยวกับสารอาหาร ศึกษาการกินอาหาร การหลีกเลี่ยงสิ่งเป็นพิษในอาหาร กระบวนการย่อยอาหาร การหมุนเวียนของเลือดและก๊าซ การกำจัดของเสีย การดูแลสุขภาพกายและสุขภาพจิต การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของคน การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การผสมเทียม และการควบคุมจำนวนประชากร เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับตนเอง สามารถดูแลตนเองและครอบครัวให้มีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกำหนดให้เรียนรหัสวิชา ว 204 ในภาคเรียนที่ 2 โดยศึกษาและทดลองเกี่ยวกับกำเนิดโลก ศึกษาส่วนประกอบของโลก การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้น ทรัพยากรธรรมชาติ ทั้งที่มีอยู่ในดินและน้ำ การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการอนุรักษ์ และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโลก ทรัพยากรธรรมชาติ ตระหนักในคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติของประเทศไทย อนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กำหนดให้เรียนรหัสวิชา ว 305 ในภาคเรียนที่ 1 โดยศึกษา ทดลอง อภิปราย และวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติและความสำคัญของบรรยากาศที่มีต่อการดำรงชีวิต ศึกษาการใช้เทคโนโลยีในการสำรวจอวกาศ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนและพลังงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ความก้าวหน้าในการหาแหล่งเชื้อเพลิงเพื่อนำมาผลิตพลังงานต่าง ๆ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจและเห็นคุณค่าของบรรยากาศและพลังงานในการดำรงชีวิต ใช้พลังงานอย่างประหยัด สนใจติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาการและเทคโนโลยีและผลกระทบที่มีต่อโลก และกำหนดให้เรียนรหัสวิชา ว 306 ในภาคเรียนที่ 2 โดยศึกษา ทดลอง และอภิปรายเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารและยานพาหนะที่

ใช้ในการขนส่ง ศึกษา วิเคราะห์เกี่ยวกับการวางแผนและการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มปริมาณ คุณภาพ และการจัดการกับผลผลิตที่สำคัญของประเทศไทย สำหรับใช้ภายในประเทศและส่งออก เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับหลักการของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องมือสื่อสาร และยานพาหนะ สามารถใช้เครื่องมือ เครื่องใช้ได้อย่างถูกต้อง ประหยัด ปลอดภัย และตระหนักถึงความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มและการจัดการผลผลิต

โจล, เจม และโจเซฟ (Joel, Jame, & Joseph, 1997, pp. 185 - 186) กล่าวว่า เนื้อหาของหลักสูตร ควรออกแบบล่วงหน้า และปรับตามสภาพปัจจุบันที่เปลี่ยนไป ประกอบด้วยเนื้อหาที่เป็นลำดับถูกต้อง

ป.รัตนปัญญา (2535, หน้า 189) กล่าวถึงเนื้อหาของการศึกษาของญี่ปุ่นว่า แต่ละโรงเรียนจะสร้างหลักสูตรของตนขึ้นให้สอดคล้องกับหัวข้อการสอน ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการได้เตรียมจัดพิมพ์ไว้ ส่วนตำราเรียน คณะกรรมการการศึกษาของท้องถิ่นเป็นผู้เลือกจากที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ให้

กิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ประมวล ศิริผันแก้ว (2541, หน้า 22) กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ว่าครูต้องใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ได้เสนอไว้ เช่น การเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based) การเรียนแบบร่วมมือร่วมใจกัน (Cooperative Learning) การเรียนการสอนโดยการแก้ปัญหา (Problem Solving) กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (Hands - on Activity) กิจกรรมภาคสนาม (Field - trip) กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมทดลอง กิจกรรมอภิปราย กิจกรรมค้น-คิด-เขียน นอกจากนี้ ยังได้กล่าวถึงงานวิจัยของ Kagan เกี่ยวกับรูปแบบที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ดี เช่น

1. Timed-pair-Share เป็นกิจกรรมจัดคู่กันพูดในเวลาที่กำหนด เช่น คนละ 1 นาที เมื่อคนหนึ่งพูด อีกคนหนึ่งฟัง แล้วสลับกัน เรื่องที่จะพูดอาจเริ่มต้นด้วยการเล่าประวัติส่วนตัวก็ได้

2. Rally Robin เป็นการทำกิจกรรมโดยจับคู่กัน พูดคุย ซักถามกันเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

3. Round Robin นักเรียนในกลุ่มทั้ง 4 คน ผลัดกันพูดแสดงความคิดเห็นจนครบ

4. Round Table นักเรียนในกลุ่มเขียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องใดเรื่องหนึ่งในกระดาษแล้ววนไปเรื่อยๆ จนนักเรียนทุกคนได้เขียนทั้งหมด แล้วนำมาสรุป

5. Team-Pair-Solo เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มคิดแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งก่อน หลังจากนั้นเปลี่ยนเป็นร่วมกันคิดเป็นคู่ ซึ่งจะทำให้นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้รูปแบบการแก้ปัญหา ในที่สุดแต่ละคนสามารถแก้ปัญหานำนองเดียวกัน

6. Numbered Heads Together เป็นกิจกรรมประเภทระดมสมองหรือรวมหัวกันคิด นอกจากรูปแบบของ Kagan แล้วยังมีรูปแบบกิจกรรมที่น่าสนใจคือ

จิกซอว์ เป็นการมอบหมายให้ตัวแทนของสมาชิกในกลุ่มไปรวมกลุ่มร่วมเรียนเรื่องย่อยที่แบ่งไว้เป็นตอนแล้วมาอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิมฟัง กลุ่มที่ได้รับมอบหมายนี้ เรียกว่า กลุ่มเชี่ยวชาญ (Expert Group) ในที่สุดนักเรียนทั้งหมดจะเรียนรู้ทั้งเรื่องใหญ่จากเพื่อน นั่นคือ นักเรียนแต่ละคนในหนึ่งกลุ่มได้รับมอบหมายงานเพียงหนึ่งชิ้นของปริศนาจิกซอร์ แต่ต้องต่อจิกซอว์ให้เต็มรูป นั่นคือต้องเรียนรู้ทั้งเรื่อง แล้วทดสอบเป็นคะแนนของแต่ละคน เหมาะสำหรับการเรียนรู้จากการอ่าน

แสตด (Student Teams Achievment Division : STAD) ประกอบด้วยครูนำเสนอเนื้อหาเรื่องหนึ่งให้นักเรียนทั้งหมดฟัง แล้วทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตามใบงานให้เข้าใจเนื้อหาและการแก้ปัญหาเพื่อเตรียมสอบย่อย หาคะแนนของทีมโดยในแต่ละสัปดาห์จะคิดคะแนนพัฒนาการของแต่ละคนในกลุ่มรวมกันเป็นคะแนนของทีม ประกาศคะแนนของทีมรวมทั้งนักเรียนที่มีคะแนนพัฒนาการสูงทางจดหมายข่าว และให้รางวัล

กิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ (Hands-on Activity) กิจกรรมนี้ นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงหรือได้ทำการทดลองต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้สังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่จะนำไปสู่การถามคำถาม การอธิบาย การอภิปราย และหาข้อสรุปต่อไป

สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย (2541, หน้า 11) ได้กล่าวถึงข้อควรคำนึงในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในการประชุมวิชาการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีศึกษา ครั้งที่ 4 ว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ควรคำนึงถึงหลักใหญ่ ๆ ดังนี้

1. จุดเด่นของวัฒนธรรมไทย

2. จุดเด่นทางการเมือง

3. จุดด้อยที่ต้องปรับปรุงแก้ไข คือ คนไทยมักลืมง่าย ลืมสิ่งใดที่เคยมีมาในอดีต จึงขาดความกลมกลืนระหว่างสิ่งที่พบใหม่กับธรรมชาติและวัฒนธรรม ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญแก่วิทยาศาสตร์ที่กลมกลืนกับธรรมชาติซึ่งจะช่วยให้เราพัฒนาได้ดี

4. ควรส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นความพอดี "กินพอดี อยู่พอดี"

5. ควรส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวัน

6. ควรปรับปรุงนโยบายการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ปัจจุบัน

7. ระบบการศึกษาต้องพยายามสร้างคนให้เป็นคนเก่งและดีในบุคคลเดียวกัน ให้มีความรู้ด้านวิชาการ มีความคิดลุ่มลึกและมองการณ์ไกล และที่สำคัญคือต้องมีสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะทำงานหลักสูตรวิทยาศาสตร์ สสวท. (2540, หน้า 13 - 15) กล่าวถึงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามแนวความคิด Constructivism ว่าแนวคิดนี้ ถือว่าการเรียนรู้ของนักเรียนเกิดขึ้นในตัวนักเรียนเอง การเรียนการสอนที่เหมาะสมคือการให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ประกอบกับการเรียนรู้จากกลุ่ม (Cooperative Learning) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ใช้เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และช่วยลดความน่าเบื่อของการเรียนในห้องเรียน มีขั้นตอนในการเรียนการสอน 5 ขั้น คือ

1.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้ มีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

1.2 การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

1.3 การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้ กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

1.4 การลงข้อสรุป (Elaboration) ขั้นตอนนี้ จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

1.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป

กระบวนการเรียนการสอนโดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้จัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะของวัฏจักร (Cycle) ในการเรียนการสอนแต่ละครั้งหรือแต่ละแนวคิดจะเริ่มต้นจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียนและจบลงโดยการประเมินผล

2. การเรียนรู้ร่วมกัน (Cooperative Learning) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมกลุ่มและแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่ม เนื่องจากแต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน ทำให้สามารถสื่อสารกันได้เป็นอย่างดี เริ่มต้นจากการแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่มีสมาชิกในจำนวนที่พอเหมาะ (3-4 คน) เมื่อเริ่มการเรียนการสอน นักเรียนจะต้องฝึกตนเองให้มีความสามารถเพียงพอที่จะทำกิจกรรมกลุ่มได้

กิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดดังกล่าวนี้ ส่วนใหญ่ภายในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยงมากกว่าผู้บอกเล่า และเป็นผู้รวบรวมสื่อและเอกสารต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้อ้างอิง

ประวิตร ชูศิลป์ (2542, หน้า 27) กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องยึดถือหลักการ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความคิดหรือพุทธิพิสัย (Cognitive domain)ด้านความรู้สึกหรือจิตพิสัย (Affective Domain) และด้านทักษะปฏิบัติหรือปฏิบัติพิสัย (Psychomotor Domain)

1. ด้านความรู้ความคิดหรือพุทธิพิสัย เป็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการพัฒนาทางด้านสติปัญญา ความคิด หรือพัฒนาสมองของผู้เรียนให้เจริญงอกงาม คือการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหลายในส่วนที่เป็น ตัวองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of Scientific Knowledges) ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) แนวความคิดหรือสังกัป (Concept) หลักการหรือกฎ (Principle & Law) และทฤษฎี (Theory)

2. ด้านความรู้สึกหรือจิตพิสัย เป็นจุดหมายที่ต้องการทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาเจริญงอกงามในส่วนที่เป็นเรื่องของจิตใจและความรู้สึกที่สำคัญ ได้แก่ ความสนใจ (Interests) ความซาบซึ้ง (Appreciations) ค่านิยมและความเชื่อ (Values & Beliefs) และเจตคติ (Attitude)

3. ด้านทักษะปฏิบัติ หรือปฏิบัติพิสัย เป็นจุดมุ่งหมายที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียนได้เจริญงอกงาม มีทักษะ ความชำนาญในการปฏิบัติ หรือทำเป็น เช่น การหยิบ จับ ใช้เครื่องมือ การสังเกต การจัดกระทำกับข้อมูล การออกแบบการทดลอง การแปลความหมายข้อมูล

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 187 -189) กล่าวถึงวิธีสอนแบบต่าง ๆ ดังนี้ กระบวนการสอนมี 2 แบบใหญ่ ๆ คือ การสอนแบบอุปมานและการสอนแบบอนุมาน การสอนแบบอุปมานเป็นการสอนให้รวบรวมข้อเท็จจริงจากสิ่งย่อยเพื่อสร้างเป็นหลักการ เช่น การสอนแบบ

สืบเสาะหาความรู้ การสอนแบบค้นพบ ส่วนการสอนแบบอนุมานเป็นการสอนจากหลักการที่มีอยู่แล้วไปสู่การพิสูจน์ตรวจสอบว่าหลักการนั้นถูกต้องใช้ได้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง ค้นพบความจริงทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง และการสรุปผล

การสอนแบบค้นพบ เป็นการสอนที่นำแนวทางให้นักเรียนพบปัญหา และเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหานั้นโดยที่ครูไม่ได้คาดหวังล่วงหน้าว่าต้องการให้นักเรียนค้นพบอะไร อีกประการหนึ่งเป็นการสอนที่เน้นที่ตัวนักเรียนว่าจะให้นักเรียนค้นพบอะไร โดยที่นักเรียนต้อง รวบรวมข้อมูลจนสามารถค้นพบความรู้หรือคำตอบที่ต้องการ

การสอนแบบสาธิต เป็นการสอนที่มีวัตถุประสงค์ที่จะแสดงการทดลอง เทคนิคและกระบวนการต่าง ๆ ให้นักเรียนเข้าใจในมโนคติ หลักการ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์ เร้าให้นักเรียนมีความสนใจติดตามปัญหา ผู้ที่ทำการสาธิตได้แก่ ครู ครูและนักเรียนช่วยกัน กลุ่มนักเรียนช่วยกัน นักเรียนคนเดียว หรือสาธิตโดยวิทยากร

การสอนแบบทดลอง เป็นการสอนเพื่อจัดประสบการณ์ในการทดลองและการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ซึ่งจะได้ทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองและสังเกต ขั้นสรุปผลการทดลอง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ การทดลองที่มีการควบคุม การทดลองที่เป็นการฝึกหัด และการทดลองที่เป็นงานปฏิบัติการ ครูต้องวางโครงการปฏิบัติการไว้ล่วงหน้า นักเรียนจะได้เรียนรู้เทคนิควิธีทำการทดลอง การเลือกกลุ่มตัวอย่าง การควบคุมตัวแปร และทักษะที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง

การสอนแบบบรรยาย เป็นการสอนที่ครูสามารถสอนเนื้อหาความรู้แก่นักเรียนได้มากในคาบเวลาเรียนหนึ่ง ครูต้องเตรียมการสอนอย่างดี และมีความสามารถที่จะทำให้นักเรียนสนใจฟังการบรรยาย ครูต้องเป็นผู้ให้ข้อมูลหรือบรรยายอย่างมีความหมาย จำนวนนักเรียนในกลุ่มไม่ควรน้อยกว่า 15 คน ครูควรใช้สื่ออุปกรณ์ช่วยในระหว่างการบรรยาย มี 4 ขั้นตอน คือ การกล่าวนำ ตัวเนื้อเรื่อง การสรุปย่อในระหว่างการนำเสนอ และการสรุปการบรรยาย

การสอนแบบซักถามตอบ เป็นการสอนที่ใช้คำถามคำตอบ ครูเป็นผู้ถามคำถามและนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามพื้นฐานความรู้ที่ได้จากการอ่านหนังสือ จากการเรียนรู้ที่ได้จากครูบรรยาย สาธิตหรือทำกิจกรรมอื่น การสอนแบบนี้ เมื่อใช้ไประยะหนึ่ง ครูควรหยุดสอน และ

ควรเปลี่ยนให้นักเรียนทำกิจกรรมอื่นที่ไม่ใช่ครูเป็นศูนย์กลางในการสอน ครูต้องตั้งคำถามให้ดี เพื่อให้ได้คำตอบที่เกี่ยวโยงไปถึงมโนคติที่ต้องการ

จากที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูควรเข้าใจในหลักการสอนและแนวคิดต่าง ๆ ของกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน โดยจัดกิจกรรมให้เหมาะสม ใช้รูปแบบที่หลากหลายตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อทำให้นักเรียนมีทั้งความรู้ด้านเนื้อหา และมีทักษะกระบวนการ รวมทั้งเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นแนวทางให้นักเรียนเป็นคนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นต่อไป

ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์

ศักรินทร์ สุวรรณโรจน์ (2542, หน้า 23 - 24) กล่าวถึงครูในยุค 2000 ว่า จะต้องมีวิสัยทัศน์ใหม่จากครูที่เป็นผู้สอน (Teacher) ที่ครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นผู้จัดการ (Manager) หรือผู้อำนวยการความสะดวก (Facilitator) ให้แก่ผู้เรียนโดยใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง จนกระทั่งพัฒนาเป็นครูมืออาชีพที่เชี่ยวชาญ (Expert) หรือผู้ให้คำแนะนำปรึกษา (Advisor) ซึ่งจะต้องปฏิบัติดังนี้

1. ครูต้องปรับความคิด ต้องล้างสมองของตนเอง โดยคำนึงถึง
   1.1 เด็กทุกคนสามารถเรียนรู้ได้ (All Children Can Learn)
   1.2 นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Child Centered)
   1.3 ให้เกิดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning)
   1.4 การประเมินผลการเรียนจากสภาพจริง (Authentic Assessment)
   1.5 เก็บสะสมการพัฒนาการของผู้เรียน (Portfolio)
2. ครูต้องปรับวิธีการทำงาน ให้มีวัฒนธรรมวิชาชีพครู ได้แก่
   2.1 เริ่มสอนจากศึกษาศักยภาพของเด็ก
   2.2 แสวงหาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม
   2.3 จัดทำหรือนำนวัตกรรมมาใช้เพื่อพัฒนาเด็ก
   2.4 ดำเนินการสอนให้ได้ผลในการพัฒนาเด็ก
   2.5 รายงานผลการพัฒนา
3. ระบบบริหารจะต้องส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพ โดย
   3.1 มุ่งให้ครูปฏิบัติวิชาชีพโดยวัฒนธรรมวิชาชีพครู
   3.2 มุ่งให้ครูได้พัฒนาคุณภาพการสอนตามมาตรฐานวิชาชีพครู และระดับคุณภาพของครู (N.T.Q.)
   3.3 ความก้าวหน้าของครูขึ้นอยู่กับผลการพัฒนาการเรียนการสอน

3.4 การสนับสนุน กำกับ ติดตาม เน้นวัฒนธรรมวิชาชีพครู

เพิ่มวุธ บุบผามาตะมัง (2543, หน้า 51 - 54) กล่าวถึงลักษณะของครูในยุคปัจจุบันว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีและสื่อการเรียนการสอน

2. เป็นคนทันสมัย มีวิสัยทัศน์ มีลักษณะมองกว้าง คิดไกล ใฝ่ดี รู้ทันการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ สังคม การเมือง การศึกษา มีความรู้ในรัฐธรรมนูญ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และนโยบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นคนสนใจใคร่รู้ ศึกษา ค้นคว้า วิจัย การฝึกอบรม ดูงานเพื่อพัฒนาตนเองและพัฒนางานในหน้าที่อยู่เสมอ

3. มีหัวใจนักปราชญ์ ต้องมีทักษะในการฟัง พูด อ่าน เขียน รู้จักการปรับบทบาทหน้าที่ในด้านต่าง ๆ ให้สมดุล

4. เปลี่ยนบทบาทจากผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ศึกษาค้นคว้าและสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูคอยอำนวยความสะดวกในเรื่องวัสดุ อุปกรณ์ สื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ และระบบสารสนเทศอื่น ๆ ให้ผู้เรียนได้ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในการพัฒนาความรู้ความสามารถของเขาอย่างเต็มตามศักยภาพแต่ละบุคคล

5. จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเฉพาะตามรูปแบบซิปปา (CIPPA MODEL) คือการจัดประสบการณ์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วางแผน ปฏิบัติตามแผน จนสามารถสรุปเป็นองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองตามขั้นตอน

6. มีคุณธรรมจริยธรรม

7. วัดและประเมินผลตามสภาพที่แท้จริง

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542, หน้า 95) กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนตามการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา

2. มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3. ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้คิดค้นต่อ ๆ ไป ให้ทำงานเป็นกลุ่ม พัฒนาให้ผู้เรียนมีประสบการณ์กว้างไกล

4. ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ การปฏิบัติ การแก้ปัญหาและพัฒนา ให้เคารพความคิดและเหตุผลของคนอื่น ๆ

ผดุงยศ ดวงมาลา (2543, หน้า 67) ได้ศึกษาสมรรถภาพครูวิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของนักเรียน ครู-อาจารย์ และผู้บริหารการศึกษาของโรงเรียนมัธยมศึกษาในเขตภาคใต้ของไทย พบว่า ครูวิทยาศาสตร์ควรมีสมรรถภาพด้านต่าง ๆ เรียงลำดับตามความสำคัญดังต่อไปนี้

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
2. เลือกและใช้เทคนิควิธีสอนอย่างมีประสิทธิภาพ
3. แสวงหาความรู้อย่างสม่ำเสมอ
4. มีความรู้เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
5. มีทักษะภาคปฏิบัติในการทดลองทางวิทยาศาสตร์
6. มีจรรยาครูและศรัทธาต่อวิชาชีพครู
7. มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์
8. มีเทคนิคในการใช้และผลิตสื่อการสอน
9. มีเจตคติวิทยาศาสตร์
10. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
11. ใช้แผนการสอนและคู่มือครู
12. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี
13. ให้ความช่วยเหลือแนะแนวนักเรียน
14. มีการประเมินผลการเรียนการสอน
15. สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า

เอ็ดเวิร์ด วิคเตอร์ (Edward, V, p. 59) กล่าวว่า การเป็นครูวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลดีควรจะมีคุณลักษณะดังนี้

1. ศึกษาตัวนักเรียน รวมทั้งความฉนัดในการเรียนของนักเรียน ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. ออกแบบวิธีการเรียนการสอน และพัฒนารูปแบบการสอน

3. ฝึกให้นักเรียนมีระเบียบวินัย โดยการทำให้นักเรียนรู้ว่าอะไรที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่และอะไรคือประสบการณ์ในการดำรงชีวิตจริง ส่วน ราล์ฟ (Ralph, 1994, p. 174) กล่าวถึงการสอนวิทยาศาสตร์ว่า ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูควรช่วยให้เด็กสามารถเลือก คิด พิจารณาและให้เหตุผลได้ด้วยตนเอง และฝึกวินัยในตนเองและสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ ครูต้องหาวิธีการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน รวมทั้งแนะแนวอาชีพให้แก่นักเรียนด้วย

ไมค์ (Mike, 1994, p.144) กล่าวว่า ครูควรมองถึงปัญหาที่ผ่านมา และนำไปใช้เป็นแนวทางคิดในการแก้ปัญหาในห้องเรียนโดยใช้วิธีที่หลากหลาย

กล่าวโดยสรุป ครูควรเป็นผู้ที่มีความรู้กว้าง สามารถใช้เทคโนโลยีในการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ และหาคำตอบด้วยตนเอง ศึกษาตัวผู้เรียนให้ทราบถึงความถนัดและความต้องการ และเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำแก่นักเรียน

สื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

วรายุ ลิ้ประเสริฐ (2539, หน้า 6 - 9) กล่าวว่า การสอนวิทยาศาสตร์ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องนำสื่อการสอนเข้ามาช่วยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นที่จะสอนให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรง ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการสังเกต ค้นคว้า ทดลอง อภิปราย สรุปผล การที่จะให้นักเรียนได้รับผลตามความมุ่งหมาย ต้องมีสื่อการสอนให้นักเรียนใช้ทดลอง สัมผัสด้วยประสาททั้ง 5 คือ ฟังด้วยหู ดูด้วยตา ชิมรสด้วยลิ้น ดมกลิ่นด้วยจมูก และสัมผัสด้วยมือ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้มากและรวดเร็วขึ้น

ลักษณะสื่อการสอนที่ดี ควรมีลักษณะ 3 ประการคือ

1. ประหยัด โดยการทำจากเศษวัสดุเหลือใช้ หรือวัสดุที่มีในท้องถิ่น

2. ประโยชน์ ช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ในหลักสูตรได้ง่ายขึ้น ครูสอนสบายได้ผลรวดเร็ว

3. ประสิทธิภาพ ช่วยให้การสอนของครูและการเรียนของนักเรียนประสบความสำเร็จ

ประโยชน์ของสื่อการสอน

1. ช่วยให้การสอนของครูมีประสิทธิภาพ เกิดความสำเร็จตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหาบทเรียน นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจได้ดี เนื่องจากสื่อการสอนช่วย

2. ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน เร้าให้นักเรียนตั้งใจเรียน อยากรู้อยากเห็น เรียนโดยไม่มีความเบื่อหน่าย

3. นักเรียนได้สัมผัสสื่อด้วยประสาทต่าง ๆ หลายทาง ช่วยให้เกิดความเข้าใจเร็วขึ้น

4. นักเรียนมองเห็นรูปร่างลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ตรงกับความเป็นจริง หรือใกล้เคียงความจริง ไม่ต้องเสียเวลาใช้จินตนาการ

5. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น ทำการทดลอง การจัดนิทรรศการ การศึกษานอกสถานที่ เป็นการฝึกทักษะด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนจะสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

6. นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ง่ายขึ้น บทเรียนมีคุณค่า

7. นักเรียนมองเห็นความต่อเนื่องของสิ่งต่าง ๆ ชัดเจน

8. ช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดเร็วขึ้น

การใช้สื่อการสอน

1. ขั้นเลือกใช้สื่อ ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 ต้องเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน

1.2 ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและความเป็นจริงในการเรียนการสอน

1.3 ต้องมีคุณภาพดี ไม่ชำรุดเสียหาย

1.4 ใช้สะดวก ได้ผลตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหา

1.5 สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน

1.6 ขนาดและสีเหมือนของจริงหรือใกล้เคียงของจริงมากที่สุด

2. ขั้นเตรียม

2.1 เตรียมห้องเรียนหรือสถานที่ให้เหมาะสมกับสื่อการสอนที่จะใช้สอน

2.2 ครูควรทดลองใช้สื่อการสอนก่อน ว่าได้ผลตรงตามจุดประสงค์ของเนื้อหาในบทเรียนหรือไม่

2.3 เตรียมนักเรียนให้มีความเข้าใจจุดมุ่งหมายของการใช้สื่อการสอน วิธีการ ตลอดจนข้อควรระวังต่าง ๆ

3. ขั้นใช้ การนำสื่อการสอนมาใช้โดยการปฏิบัติตามขั้นตอน วิธีการควรให้นักเรียนได้ใช้สื่อการสอนด้วยตนเองให้มากที่สุด

4. ขั้นติดตามผลการใช้ เมื่อนักเรียนใช้สื่อการสอนไปแล้ว ครูควรติดตามผลการเรียนว่านักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ การติดตามผลอาจใช้วิธีการสังเกต อภิปราย ซักถาม ทำรายงาน ตลอดจนการทำแบบทดสอบ

เทคนิคการผลิตสื่อการสอนที่ใช้ทดลองเนื้อหาวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ของการทดลองในบทเรียน ว่าต้องการให้นักเรียนรู้อะไรบ้าง

2. ออกแบบสื่อการสอน

3. คัดเลือกเศษวัสดุและเตรียมเครื่องมือให้พร้อม

4. ลงมือผลิตสื่อการสอน

5. ทดลองใช้สื่อก่อนว่าได้ผลตรงตามเนื้อหาหรือไม่

6. ปรับปรุงและตกแต่งให้ดูสวยงาม

โช สาลีฉัน (2541) กล่าวว่า อุปกรณ์การสอนและเครื่องมือทดลองวิทยาศาสตร์ที่ดีควรมีลักษณะดังนี้

1. รูปร่างลักษณะจะต้องจูงใจ

2. ต้องทำงานได้ตามต้องการ

3. สะดวกในการใช้และปฏิบัติ

4. มีความคงทนถาวร

5. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุที่หาได้ง่าย

6. วัสดุที่ใช้สร้างควรเป็นวัสดุที่ราคาถูก

7. ควรใช้งานได้หลายอย่าง

8. สะดวกในการเก็บรักษา

9. มีเสถียรภาพดี

10. เวลาสาธิตและปฏิบัติการทดลอง มองเห็นและสังเกตได้ชัดเจน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 265 - 266) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ทั้งทางด้านกายภาพและจิตภาพที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ กระบวนการวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนเนื้อหา ทักษะความคิดระหว่างผู้สอนกับผู้เขียน ให้มีการถ่ายทอดความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย การใช้สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องคำนึงถึงความต่อเนื่องของสื่อ ความสอดคล้องกับขั้นตอนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์ ความสอดคล้องกับปรัชญาของหลักสูตร ความปลอดภัย ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและการถ่ายโยงการเรียนรู้ การประหยัด และประสิทธิภาพของสื่อ

การแบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอน ที่ให้ความสะดวกในการพิจารณาเลือกและใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การแบ่งประเภทสื่อการเรียนการสอนตามลักษณะประสบการณ์ของผู้เรียน การแบ่งประเภทสื่อตามลักษณะสื่อในกระแสความคิดของผู้เรียน และการแบ่งประเภทสื่อตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ ประเภทของสื่อตามลักษณะประสบการณ์ของผู้เรียนตามกรวยประสบการณ์ของเดล มี 10 ประเภท ได้แก่ ของจริง ประสบการณ์จำลอง ประสบการณ์นาฏการ การสาธิต การศึกษานอกสถานที่ นิทรรศการ โทรทัศน์การศึกษาและภาพยนตร์ ภาพนิ่ง วิทยุและการบันทึกเสียง ทัศนสัญลักษณ์ และวจนสัญลักษณ์ ประเภทของสื่อตามลักษณะสื่อในกระแสความคิดของผู้เรียน ซึ่งแบ่งตามทฤษฎีโครงสร้างความคิดของบรูเนอร์ ได้แก่ ประเภทที่ก่อให้เกิดประสบการณ์ตรง ประเภทที่ก่อให้เกิดประสบการณ์ภาพและประเภทที่ก่อให้เกิดประสบการณ์สัญลักษณ์ ประเภทของสื่อตามลักษณะโครงสร้างของสื่อ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทวัสดุ ประเภทเครื่องมือหรืออุปกรณ์ และประเภทเทคนิคหรือวิธีการ

การจัดระบบสื่อการเรียนการสอน ต้องจัดแบบระบบสื่อการสอนทั่วไป คือ มีสิ่งที่ป้อนเข้าไป ดำเนินการผลิตและใช้ และผลที่ได้ออกมา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นกำหนดเกณฑ์ของกระบวนการ ขั้นสร้างรูปแบบระบบ ขั้นทดลองระบบ และขั้นใช้ระบบ

ประโยชน์ของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ จะช่วยให้ประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายด้าน คือ ช่วยสร้างความสนใจตลอดจนกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนในการเรียนการสอนอย่างกระตือรือร้น ช่วยให้การเรียนรู้ถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจได้ง่าย สื่อที่ให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ได้แก่ สื่อที่ให้ประสบการณ์ตรง สื่อสิ่งพิมพ์ และโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ สื่อที่ให้ประสบการณ์ตรง ได้แก่ การศึกษานอกสถานที่ การพบกับวิทยากรผู้มีความชำนาญเฉพาะด้าน แหล่งสื่อในชุมชน การเข้าร่วมชมรมวิทยาศาสตร์และการทำการทดลอง สื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ ตำราวิทยาศาสตร์ หนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสาร เอกสารเผยแพร่ผลงานวิทยาศาสตร์ และแผ่นภาพโฆษณา โสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ ของจริง สื่อประเภทไม่ต้องฉาย สื่อประเภทเสียง สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย สื่อภาพเคลื่อนไหว สำหรับสื่อประเภทไม่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งพิมพ์ แผ่นป้ายต่าง ๆ วัสดุกราฟิก รูปภาพ สื่อประเภทเสียง ได้แก่ เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง วิทยุ สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย ได้แก่ สไลด์ ฟิล์มสตริป แผ่นโปร่งใส สื่อภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ วิดีโอ

ในการเลือกสื่อการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อเสนอข้อเท็จจริง ควรเลือกสื่อที่ให้ประสบการณ์ตรงจะดีที่สุด การเลือกสื่อเพื่อเสนอปัญหาและถ่ายทอดกระบวนการควรพิจารณาเลือกให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนการสอน ส่วนการเลือกสื่อถ่ายทอดมโนมติ หลักการและทฤษฎี ควรพิจารณาลักษณะเฉพาะของมโนมติ กลุ่มมโนมติ เลือกสื่อที่เสนอมโนมติเดี่ยว และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ๆ นอกจากนี้ ผู้สอนต้องเข้าใจหลักการใช้สื่อการเรียนการสอนด้วย จึงจะทำให้การใช้สื่อการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สื่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น ดังนั้นในการใช้สื่อการเรียนการสอน ควรพิจารณาให้สอดคล้องกับเนื้อหา และเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งครูผู้สอนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการผลิต จัดหา ซ่อมแซม ตลอดจนการบำรุงรักษา และใช้ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ (2540, หน้า 3 - 4) กล่าวถึงมาตรฐานด้านการวัดผลและประเมินผลการศึกษาวิทยาศาสตร์ว่า มาตรฐานด้านการวัดผลและประเมินผลเป็นกลไกเบื้องต้นที่

สะท้อนการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ เป็นการสะท้อนว่านักเรียนบรรลุเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ นักเรียนได้เรียนรู้เพียงใด นอกจากนี้ยังสะท้อนถึงประสิทธิภาพของครูผู้สอน และผู้ควบคุมนโยบายได้ทราบว่านโยบายในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

การประเมินผลจะเน้นทักษะระดับสูงของนักเรียน ซึ่งมีความซับซ้อนและหลากหลายมากกว่าที่จะเป็นการตรวจสอบว่า นักเรียนจำข้อมูลอะไรได้บ้าง แนวการประเมินผลแบบใหม่จะเน้นการวัดนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การมีเหตุผล การใช้ความรู้และทักษะในการพัฒนาไปสู่ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผลทำได้หลายแนว นอกเหนือจากการทดสอบด้วยการทำข้อสอบแล้ว การประเมินผลยังรวมถึงการสอบภาคปฏิบัติ แฟ้มสะสมงาน (Portfolio) การสัมภาษณ์ การรายงานผลการสำรวจตรวจสอบหรือรายงานผลปฏิบัติการ และการเขียนบทความ เครื่องมือในการประเมินผลต้องพัฒนาอย่างเหมาะสม การวัดต่าง ๆ ต้องวัดในเนื้อหาที่นักเรียนได้เรียนรู้ และไม่มีความลำเอียงในการวัดและประเมินผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537, หน้า 1) ได้เสนอแนะการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การวัดผลประเมินผลการเรียนการสอน เป็นกิจกรรมที่สำคัญกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน การวัดผลการเรียนการสอน หมายถึง การรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการเรียนการสอนตามจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้โดยใช้เทคนิควิธีต่าง ๆ หรือเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการวัด ผลที่ได้มักออกมาในรูปของคะแนน ส่วนการประเมินผลการเรียนการสอนเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวัดผลมาพิจารณาและสรุป

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 387 - 389) กล่าวว่า การวัดผล เป็นการใช้เครื่องมือตรวจสอบเพื่อต้องการทราบปริมาณจำนวนหรือคุณภาพในสิ่งของหรือตัวบุคคล การวัดผลการเรียนรู้ของ นักเรียนก็เพื่อต้องการทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่ นักเรียนมีความรู้มากน้อยเพียงใด และเพื่อการแก้ไขปรับปรุงการเรียนการสอนโดยใช้การทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด เมื่อทำการวัดผลแล้ว จะต้องมีการประเมินผลทุกครั้ง เพื่อจะได้ทราบว่านักเรียนอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม บรรลุวัตถุประสงค์และเป็นที่พอใจของครูผู้สอนหรือไม่ การประเมินผลที่ดี ถูกต้องและแม่นยำ จะต้องมีการวัดผลที่ดีเป็นพื้นฐานก่อน การประเมินผลย่อยเป็นการประเมินเมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนหนึ่ง ๆ เพื่อเป็นการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องทั้งการสอนของครูและการเรียนของนักเรียน การประเมินผลรวมเป็นการประเมินผลรวบยอดขั้นสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการสอนในกระบวนวิชานั้น ๆ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในการวัดผล แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การวัดผลแบบอิงกลุ่ม (Norm - Referenced Measurements) ใช้ในการแยกกลุ่มคนและจัดประเภทกลุ่มคน ใช้ในการเรียงลำดับที่การเปรียบเทียบความสามารถของนักเรียนในด้านความถนัดทางการเรียน ความสามารถในการใช้ภาษา และความสามารถทางวิชาการ การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มจะเป็นข้อสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาวิชาการทั้งหมดเป็นส่วนใหญ่ ข้อสอบแต่ละข้อควรเป็นข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้และสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร การทดสอบแบบนี้ยึดเอานักเรียนส่วนใหญ่เป็นหลักในการเปรียบเทียบกับคนอื่น ๆ ในกลุ่มเดียวกัน การแปลความหมายของคะแนนแบบนี้ จะให้ครูทราบได้ว่านักเรียนแต่ละคนนั้นอยู่ในตำแหน่งใดของกลุ่ม

2. การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion - Referenced Measurements) ใช้ในการวัดว่านักเรียนแต่ละคนมีความก้าวหน้าหรือเรียนได้ผลตามวัตถุประสงค์ของกระบวนวิชาเพียงใด เป็นการประเมินความรู้และทักษะที่นักเรียนได้มีการพัฒนาขึ้นในแต่ละสาขาวิชา แบบทดสอบสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการสอนอย่างละเอียด ข้อสอบสร้างจากเนื้อหาวิชาเฉพาะและจำกัด ความสำเร็จของนักเรียนในการทำข้อสอบพิจารณาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ การวัดผลแบบนี้จะช่วยให้ครูทราบได้ว่าจะต้องปรับปรุงการสอนในเนื้อหาตอนใดเพื่อที่จะได้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้ ทำให้ครูได้ทราบถึงความก้าวหน้าของนักเรียน นักเรียนอาจต้องใช้เวลาต่างกันจึงจะทำได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ครูอาจตั้งเกณฑ์สำหรับผู้ที่สอบผ่านไว้ 80 เปอร์เซ็นต์ หรือ 85 เปอร์เซ็นต์ ในการทำแบบทดสอบ ถ้านักเรียนผู้ใดสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ครูอาจต้องช่วยสอนซ่อมเสริมให้หรือครูบางคน กำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้สำหรับผู้ที่จะได้เกรด A, B, C, D หรือ F ในกระบวนการวิชาของตนก็ได้

3. การตัดสินแบบอิงตนเอง (Self - Referanced Judgments) เป็นการใช้ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนที่ครูมีอยู่และข้อมูลที่ได้รับมาจากแหล่งอื่นเกี่ยวกับนักเรียนคนนั้นมาประกอบการพิจารณา ครูอาจให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนที่จะเรียนหน่วยการเรียนหนึ่ง เมื่อนักเรียนได้เรียนจบหน่วยการเรียนนั้นแล้ว ครูให้ทำแบบทดสอบอีกครั้ง เมื่อนำคะแนนการทำแบบทดสอบมาเปรียบเทียบกัน จะแสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้มากน้อยเพียงใด การตัดสินใจแบบอิงตนเองอีกแบบหนึ่งคือ การเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานที่ใช้ทักษะก่อนและหลังการสอนการฝึกปฏิบัติว่านักเรียนทำได้ดีเพียงใด ครูเป็นผู้พิจารณาตัดสินผลงานของนักเรียนหรือประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนว่าควรสอบผ่านหรือไม่

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของดลอปเฟอร์ ได้ระบุพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นและนักเรียนแสดงออกได้ 6 ประเภท

1. พฤติกรรมความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension) เป็นพฤติกรรมแรกที่หวังให้เกิดในตัวนักเรียน แบ่งเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้ 9 ประเภท

1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Facts)

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์ (Scientific Terminology)

1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of Science)

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน (Sequences)

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ (Classifications, Categories and Critiria)

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Technique and Procedure)

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Principles and Laws)

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือแนวความคิดที่สำคัญ (Theories or Major Conceptual Schemes)

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถในการสังเกตและการวัด การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีที่ใช้แก้ปัญหา การแปลความหมายของข้อมูลและการสร้างข้อสรุป การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods) โดยนำไปใช้แก้ปัญหา 3 ประเภท คือ การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน วิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (Manual Skills) นักเรียนจะต้องทำปฏิบัติการกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นต้องมีทักษะในการปฏิบัติการดังนี้ มีการพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ และมีการปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไปอย่างระมัดระวังและปลอดภัย

5. เจตคติ (Attitudes and Interests) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดด้านเจตพิสัย โดยเน้นการวัดความรู้สึก อารมณ์ การยอมรับ ผู้ที่มีเจตคติด้านวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่มีลักษณะดังนี้ คือ เป็นผู้ที่ชองแสวงหาสาเหตุของสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ไม่เชื่อในสิ่งที่ปราศจากหลักฐานต่าง ๆ มีจิตใจกว้างขวาง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและทบทวนความคิดของตน ให้ความคิดเห็นและสรุป

เรื่องราวต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานที่เชื่อถือได้ มีการพิจารณาไตร่ตรองอย่างดี ชอบประเมินผลเทคนิควิธีการทำงานของตน อยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม ต้องการคำอธิบายที่แจ่มแจ้ง

6. ความสนใจและการมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (Orientation) พฤติกรรมส่วนนี้เป็นการวัดหาความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเรื่องอื่น ๆ ที่เป็นพฤติกรรมความพยายามของมนุษย์ กับวิถีทางของความคิดแนวอื่น ๆ การที่นักเรียนได้มองเห็นถึงความสัมพันธ์เหล่านี้ จะช่วยให้ได้รับรู้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เล็งเห็นคุณค่าและความสำคัญของวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์บางพฤติกรรม สามารถวัดผลได้ด้วยข้อสอบแบบเขียนตอบ แต่บางพฤติกรรมต้องวัดโดยวิธีอื่น ครูผู้สอนจึงต้องวางแผนการวัดผลประจำภาคเรียนไว้แล้วแจ้งให้นักเรียนทราบตั้งแต่ต้นภาคเรียน เพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจและสามารถเตรียมตัวได้ถูกต้อง โดยทั่วไปแล้วเป็นคะแนนงานระหว่างภาคเรียน 60 เปอร์เซ็นต์ คะแนนปลายภาคเรียน 40 เปอร์เซ็นต์ งานระหว่างภาคเรียนแบ่งได้เป็นการสอบย่อย การวัดพฤติกรรมด้านปฏิบัติการ และการสังเกตพฤติกรรมความสนใจ

ในการวางแผนออกข้อสอบนั้น ครูผู้สอนควรจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ ครูต้องพิจารณาว่าจะใช้ข้อสอบชนิดใดเป็นข้อสอบอัตนัยหรือปรนัย ถ้าเป็นข้อสอบแบบปรนัยจะใช้แบบเลือกตอบ แบบเติมคำ แบบถูกผิดหรือแบบจับคู่ เมื่อได้เขียนข้อสอบแล้ว ควรมีการทบทวนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง ข้อสอบที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงแล้ว ถือได้ว่าอยู่ในขั้นที่จะนำไปทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ มาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปใช้จริงต่อไป แต่ในทางปฏิบัติแล้วจะนำข้อสอบไปใช้จริงเลย และนำผลจากการใช้จริงเป็นข้อมูลป้อนกลับในการทบทวนปรับปรุงข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ จะทำให้ทราบข้อบกพร่องในการสร้างข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบสามารถทำได้ทั้งการวิเคราะห์ข้อสอบในการวัดผลแบบอิงกลุ่ม และแบบอิงเกณฑ์ การวิเคราะห์ข้อสอบแบบเลือกตอบแบบอิงกลุ่มสามารถบอกค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและประสิทธิภาพของตัวกลาง การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์เป็นการวิเคราะห์โดยเปรียบเทียบพฤติกรรมของนักเรียนก่อนการสอนกับพฤติกรรมของนักเรียนหลังการสอน และอาจวิเคราะห์ได้โดยการหาค่าดัชนีความไว

ประมวล ศิริผันแก้ว (2541, หน้า 23) กล่าวว่า ในการประเมินผลต้องพิจารณาหลักฐานทั้งหมดของผู้เรียน ทั้งกระบวนการและผลการเรียนรู้ ไม่พิจารณาจากผลการสอบเท่านั้น หลักฐานการเรียนรู้ทั้งหมดของนักเรียนประกอบด้วย กิจกรรมทั้งหลายที่ครูจัดให้ทำ เช่น การทดลอง การอภิปราย การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาภาคสนาม (Field Trip) การค้นคว้าในห้องสมุดหรือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การทำแบบฝึกหัด หรือกิจกรรมที่ผู้เรียน

สนใจทำขึ้นเอง เช่น โครงงานวิทยาศาสตร์ การประดิษฐ์คิดค้น โครงการร่วมมือกับชุมชนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การสืบค้นและติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่นักเรียนสนใจ การประเมินด้วยหลักฐานเหล่านี้ เรียกว่าเป็นการประเมินผลโดยใช้ แฟ้มสะสมผลงาน (Portfolio) และการประเมินผลที่พิจารณาจากหลักฐานและผลการเรียนรู้ทั้งหมด โดยที่ผู้เรียนอยู่ในสภาพที่เป็นปกติ (ไม่ตื่นเต้นหรือเครียด) เรียกว่า การประเมินผลที่แท้จริง (Authentic Assessment)

จิราภรณ์ ศิริทวี (2540, หน้า 65 - 70) กล่าวถึงมิติใหม่ของการวัดผลและประเมินผลว่า การประเมินผลการเรียนในปัจจุบัน ต้องเปลี่ยนวิธีใหม่ที่เหมาะสมกว่าวิธีเดิม ๆ เพื่อที่จะสามารถค้นหาความสามารถที่แท้จริงในด้านต่าง ๆ ซึ่งนักวัดผลได้กล่าวถึงวิธีที่สอดคล้องกับธรรมชาติของการเรียนการสอนให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ดังนี้

การประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment) เป็นการประเมินที่เน้นการประเมินทักษะการคิดอย่างซับซ้อน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการแสดงออก การประเมินลักษณะนี้จะมีประสิทธิภาพเมื่อการประเมินเกิดจากการปฏิบัติของนักเรียนในสภาพที่เป็นจริง การประเมินจากสภาพจริงครอบคลุมถึงแฟ้มสะสมผลงาน การจัดนิทรรศการ การแสดง การทดลอง การเสนอรายงาน วิธีที่ใช้ประเมินจากสภาพจริง ได้แก่ การสังเกตอย่างเป็นระบบและไม่เป็นระบบรายบุคคลหรือกลุ่ม การทำงานกลุ่ม การสัมภาษณ์อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ ข้อมูลจากการประเมินตนเองของนักเรียน รวมทั้งการประเมินผลผลิต การสรุปการประเมินได้ข้อมูลมาจากหลายส่วนและใช้เกณฑ์คุณภาพประกอบ

การประเมินผลภาคปฏิบัติ (Preformance Assessment) คือ การทดสอบความสามารถในการทำงานของนักเรียนภายใต้สภาพจริงมากที่สุด การประเมินทำได้ 3 ส่วน คือ ประเมินกระบวนการ ประเมินผลผลิต และประเมินทั้งกระบวนการและผลผลิตผสมผสานกัน ลักษณะสำคัญของการวัดภาคปฏิบัติคือการกำหนดวัตถุประสงค์ของการวัดอย่างชัดเจน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน มีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน และมีการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของการปฏิบัติงาน ข้อดีของการประเมินภาคปฏิบัติอยู่ที่การเน้นให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในสภาพจริง สามารถวัดได้ทั้งความสามารถและการปฏิบัติ ช่วยให้การเรียนมีความชัดเจนและมีความหมายยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้ประเมินผลย่อย (formative) และประเมินผลรวม (Summative)

เครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1. เครื่องมือวัดเกี่ยวกับการเขียน (Paper and Pencil Performance) เป็นการวัดการประยุกต์ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับการเขียน

2. การจำแนกและระบุกระบวนการปฏิบัติ (Identification Test) เป็นการระบุชื่อเครื่องมือชิ้นส่วน ขั้นตอนการทำงาน หรือจำแนกสิ่งผิดปกติ

3. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulated Performance) เป็นการสอบวัดโดยกำหนดสถานการณ์ที่คล้ายสถานการณ์จริงมากที่สุดให้นักเรียนแก้ปัญหาหรือบอกขั้นตอน/วิธีการทำงานเพื่อสร้างงานหรือเพื่อระงับ/บรรเทาความเสียหาย

4. การกำหนดตัวอย่างงาน (Work Sample Test) เช่น การแกะสลักผัก - ผลไม้ ครูให้นักเรียนศึกษาตัวอย่างงานแล้วทำตามแบบให้เหมือนหรือดีกว่า การประเมินอาจประเมินผลสำเร็จทั้งชิ้นหรือเพียงบางส่วนก็ได้

การประเมินจากแฟ้มสะสมงาน (Portfolio) เป็นการประเมินความสำเร็จของนักเรียนจากผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้นแล้วเก็บสะสมไว้ในแฟ้ม กล่อง สมุด หรือกระเป๋าแล้วแต่ลักษณะของงาน กระบวนการสำคัญของการจัดทำแฟ้มสะสมงานอยู่ที่ครูกับนักเรียนร่วมกันกำหนดจุดประสงค์ เป้าหมายของงาน และเกณฑ์คุณภาพของงาน แล้วนักเรียนดำเนินการสร้างงานและคัดเลือกงานเพื่อเก็บสะสมไว้ โดยนักเรียนจะเป็นผู้ประเมินผลงานและแสดงความคิดเห็นต่องานที่ตนทำ (Self-evaluation and Self - reflection) ครูและเพื่อนนักเรียนรวมทั้งผู้ปกครองจะให้ข้อเสนอแนะ วิพากษ์วิจารณ์ผลงานของนักเรียน ในการประเมินครูอาจให้ระดับคะแนนแต่ละชิ้นงานและดูภาพรวมของงานทั้งหมด โดยพิจารณาจากเกณฑ์คุณภาพ (Rubric) ที่ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดขึ้น

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศญี่ปุ่น

1. การปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยทางการศึกษานานาชาติในโตเกียว (1992, หน้า 36 - 37) กล่าวถึงการปรับปรุง การศึกษาวิทยาศาสตร์ของญี่ปุ่นว่า ในปี 1987 สภาหลักสูตร ได้เสนอต่อกระทรวงการศึกษา, วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรม เกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตรสำหรับระดับชั้นอนุบาล-ประถมศึกษา, มัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย ซึ่งหลักสูตรใหม่ของระดับประถมศึกษาจะเริ่มตั้งแต่ปี 1992 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเริ่มในปี 1993 และระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในปี 1994 โดยให้มีจุดมุ่งหมายเบื้องต้นดังนี้

ระดับชั้นประถมศึกษา

1. เน้นให้นักเรียนสามารถสังเกต, ทดลองและมีประสบการณ์ตรง
2. สนับสนุนความสามารถในกิจกรรมการแก้ปัญหา
3. ปรับปรุงหลักสูตรระดับกลางและระดับสูง เพื่อเน้นให้ศึกษาสิ่งแวดล้อมในชีวิต

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

1. เน้นให้นักเรียนสามารถสังเกต และทดลองให้มากขึ้น
2. สนับสนุนความสามารถและทัศนคติ เพื่อเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ
3. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. คิดหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยตนเอง
2. สามารถใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ไขปัญหา
3. มีความสามารถในการคิดและพิจารณาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. การพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถหลากหลายตามความเหมาะสม

ยิ่งไปกว่านั้น ควรชี้แนะการใช้คอมพิวเตอร์อย่างเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะของการพัฒนาของตัวนักเรียน

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงความจำเป็นในการมีความรู้, ความสามารถ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สำหรับชีวิตในศตวรรษที่ 21 ว่า เพื่อที่ทุกคนจะสามารถจัดการกับโลกและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปในอนาคต จึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องทำให้เยาวชนมีความรู้ในเรื่องหลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ ความรู้ความชำนาญพื้นฐาน โดยพัฒนาความรู้ความชำนาญในการคิดพิจารณาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจะต้องพิจารณาประเมินถึงสถานการณ์การเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมและมัธยมศึกษาตอนต้นดังนี้

1. ทัศนคติที่เหมาะสมและความสนใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติ

นักเรียนควรจะมีความสนใจในธรรมชาติ และปรากฏการณ์ธรรมชาติ มีทัศนคติที่ดีโดยวิธีการแสวงหาความรู้ การสังเกตระหว่างปรากฏการณ์ธรรมชาติกับชีวิตจริง

2. กระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์

นักเรียนควรคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยใช้การสังเกต และการทดลองได้ฝึกปฏิบัติและให้ระเบียบการคิดอย่างมีเหตุผล พิจารณา-วิเคราะห์ และเปรียบเทียบอย่างมีหลักการ

3. ความชำนาญในการสังเกต, ทดลอง และให้เหตุผล

นักเรียนควรมีพื้นฐานในการสังเกตและทดลอง โดยใช้วิธีกระบวนการแสวงหาความรู้ตามปรากฏการณ์ธรรมชาติด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างละเอียดลออจนกระทั่งได้ผล

4. ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

นักเรียนควรมีความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอด และกฎของธรรมชาติ

2. ภาวะปัจจุบันของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในญี่ปุ่น

เอคะ มิโนรุ (1999, หน้า 25) ได้กล่าวถึงภาวะปัจจุบันและปัญหาของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในญี่ปุ่นดังนี้

1. การสำรวจภาวะของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งทำการสำรวจโดยกระทรวงการศึกษาธิการในปี 1996 สำรวจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 18,000 คน พบว่ามีความสนใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติและทักษะพื้นฐานที่ใช้ในห้องทดลอง แต่ความสามารถในการคิดและแสดงออกทางความคิดบนพื้นฐานของการสังเกต และ/หรือการทดลองด้วยตนเองค่อนข้างต่ำ

2. การสำรวจจากผู้ที่ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ทำการสำรวจในปี 1994 พบว่า 57 เปอร์เซ็นต์ของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีความคิดเห็นว่าเนื้อหาในหลักสูตรมีมากเกินไป 56 เปอร์เซ็นต์ของครูวิทยาศาสตร์มีความคิดเห็นว่าเวลาที่กำหนดให้สอนไม่เพียงพอ

3. อัตราส่วนในการทดลองและทดลองในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการสังเกต, ทดลองและปฏิบัติการในห้องทดลองน้อยกว่าชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

4. ผลการสำรวจการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์นานาชาติ พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศญี่ปุ่นชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์น้อยที่สุดในจำนวน 21 ประเทศ

ยุทธศาสตร์การศึกษาวิทยาศาสตร์

1. กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น และทัศนคติทางด้านบวกสำหรับการสืบสวนความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยการสอนแบบร่วมมือ

2. สนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหา โดยส่งเสริมกิจกรรมการสืบสวนสอบสวนและแก้ไขวิธีการประเมิน

3. เรียนในหัวข้อที่เกี่ยวกับการดำรงชีวิตประจำวัน โดยรวบรวมความรู้ให้ปะติดปะต่อกัน และเน้นการศึกษาสิ่งแวดล้อม

ทิศทางของการศึกษาวิทยาศาสตร์ในอนาคต

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในอนาคตควรเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจ และการเสาะแสวงหาความรู้ ควรสนับสนุนการเรียนเป็นกลุ่ม จัดการศึกษาตามความต้องการของท้องถิ่น ใช้ประโยชน์จากคอมพิวเตอร์และข้อมูลจากระบบเครือข่าย ส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2. ส่งเสริม สนับสนุนความสามารถในการแก้ปัญหา ใช้สมมุติฐานจากการสังเกต และทดลอง โดยให้เขียนรายงาน, การนำเสนอ และการอภิปราย พัฒนาตัวนักเรียนให้สามารถคิดหาคำตอบด้วยตนเอง ใช้วิธีการวัดผลประเมินผลหลายรูปแบบ

3. ส่งเสริมการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน นักเรียนควรที่จะนำความรู้ที่เรียนไปแก้ปัญหาในชีวิตจริงและการทำงานได้ เข้าใจในธรรมชาติ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และตระหนักในปัญหาด้านพลังงาน

ฮารุโอะ โฮะโซะยะ (2000) กล่าวถึงความสำคัญของครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นว่า ปัจจุบันบทบาทของครูโดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากขึ้นในการที่จะเปิดโลกทรรศน์ ทางด้านวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียน ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง และไม่ได้จบในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์โดยตรงจากมหาวิทยาลัยหรือวิทยาลัย ในระดับมัธยมศึกษา มีครูวิทยาศาสตร์ในจำนวนที่ไม่เพียงพอ ดังนั้น ปัญหาคือ ประชากรรุ่นใหม่ผู้ซึ่งสมควรได้รับการสอนและแนะนำในความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ได้รับการศึกษาเหล่านั้นไม่เพียงพอ

ชิโนะฮะระ ฟุมิฮิโกะ (1990) กล่าวถึง สถานการณ์ปัจจุบันของการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นว่า จากการสำรวจการศึกษาวิทยาศาสตร์ พบว่าการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบันยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร วิธีการที่ใช้อยู่เป็นการเรียนการสอนที่ถ่ายทอดจากครูสู่นักเรียนแค่เพียงทางเดียว นักเรียนไม่มีปฏิกิริยาใด ๆ ตอบแทน นอกจากการเฉยฝ่ายเดียว และไม่มีความกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบของปรากฏการณ์ธรรมชาติ และไม่ได้พัฒนาทัศนคติจากการศึกษาธรรมชาติ โรงเรียนถูกคาดหวังที่จะอบรมความสามารถให้นักเรียนสามารถรับมือและแก้ปัญหาในการอยู่ในสังคม รวมทั้งการก้าวไปพร้อมกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนั้น ในส่วนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรมีจุดมุ่งหมายในการสนับสนุนการพัฒนาความคิด และตระหนักในปัญหาโดยใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์

ลักษณะของคนญี่ปุ่น

พิพาดา ยังเจริญ (2539, หน้า 164 - 165) กล่าวถึงลักษณะของคนญี่ปุ่นว่า คนญี่ปุ่นให้ความสำคัญกับกลุ่มหรือสถาบันที่ตนสังกัดอยู่มากกว่าการให้ความสำคัญกับคุณสมบัติ (Attribute) ของบุคคลคนเดียว โดยจะซื่อสัตย์และจริงใจต่อกลุ่ม เจ้านาย หรือหน่วยงานที่ตนสังกัด นอกจากนี้ คนญี่ปุ่นยังให้ความสำคัญกับการจัดลำดับสูงต่ำ ซึ่งมีการกำหนดมารยาทคำพูดให้เหมาะสมกับคนในสถานะต่าง ๆ เห็นได้จากคนญี่ปุ่นนิยมแลกเปลี่ยนนามบัตรเมื่อพบกันครั้งแรก เพราะในนามบัตรจะบอกชื่อนามสกุล ตำแหน่งหน้าที่การงาน ทำให้ทราบถึงสถานภาพ

ของแต่ละฝ่ายว่าใครมีสถานะสูงกว่า ต่ำกว่า ผู้ต่ำกว่าก็จะต้องเลือกใช้ภาษาและมารยาทที่แสดงถึงความเคารพและให้เกียรติผู้สูงกว่า ซึ่งเป็นมรดกสืบมาจากลัทธิขงจื้อ เป็นปัจจัยประการหนึ่งที่ทำให้เกิดความสามัคคีกันภายในกลุ่ม

ยุพา คลังสุวรรณ (2542, หน้า 16, 19 – 20) กล่าวถึงพฤติกรรมทางสังคมและวัฒนธรรมของคนญี่ปุ่นว่า จุดหนึ่งที่เห็นได้อย่างเด่นชัดในสังคมและพฤติกรรมทางสังคมของคนญี่ปุ่นคือ การให้ความสำคัญต่อกลุ่มสังคมที่ตนสังกัดอยู่ ซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อแบบแผนการดำรงชีวิตของคนญี่ปุ่น คนญี่ปุ่นชอบกิจกรรมกลุ่มทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นการสังสรรค์ร่วมกลุ่มกันทำกิจกรรมหรือท่องเที่ยวร่วมกัน จิตวิญญาณแห่งการรักกลุ่มรักพวกพ้อง รักประเทศชาติ การที่ประเทศญี่ปุ่นมีประชากรที่มีเชื้อสายเดียวกันรวมกันอยู่อย่างหนาแน่น ทำให้มีธรรมเนียมปฏิบัติและวัฒนธรรมเฉพาะตนที่มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน การมีเชื้อสายเดียวกัน ทำให้สังคมและกลุ่มทางสังคมต่าง ๆ ในญี่ปุ่น พัฒนาจิตสำนึกและความเข้าใจในนัยยะต่าง ๆ ของกันและกันได้โดยบางครั้งไม่จำเป็นต้องอาศัยคำพูด ผู้ที่เข้าใจในนัยยะและธรรมเนียมปฏิบัติก็จะได้รับการยอมรับว่าเป็นพวกเดียวกัน ในขณะที่ผู้ที่ไม่เข้าใจก็จะถูกนับว่าเป็นคนนอก ทำให้คนญี่ปุ่นแยกตนเองจากโลกภายนอกกลุ่มและสร้างจิตสำนึกที่ให้ความสำคัญกับบุคคลภายในกลุ่มมากกว่าบุคคลภายนอกกลุ่ม มีลักษณะถือเขาถือเรา สังคมญี่ปุ่นจึงเป็นสังคมที่คนต่างชาติแทรกเข้าไปเป็นสมาชิกอย่างแท้จริงได้ยากมาก

ป.รัตนปัญญา (2535) กล่าวถึงคนญี่ปุ่นว่า เป็นคนที่จริงจัง ทำอะไรแล้วทำจริง ไม่เหลาะแหละ ขยันขันแข็ง มีความรับผิดชอบในหน้าที่การงาน ทุ่มเททั้งกำลังกายกำลังใจให้กับงาน เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีเลิศ ทำให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีค่านิยมแบบกลุ่ม ชอบทำอะไรในลักษณะร่วมมือกันทำ มีความรับผิดชอบร่วมกัน วางแผนร่วมกัน ตัดสินใจร่วมกัน และลงมือปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดประโยชน์จากการทำงานสูงสุด นอกจากนี้ยังจงรักภักดีต่อกลุ่มของตนโดยไม่เปลี่ยนแปลงไปสู่กลุ่มอื่นเลย