บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยแนวโน้มของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในปี พ.ศ. 2555 นี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. พัฒนาการของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา
3. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
4. สภาพและปัญหาของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
5. แนวโน้มของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของสื่อการสอน
2. ประเภทของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์
3. สื่อการสอนกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
4. สภาพและปัญหาของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์
5. สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคต

การวิจัยอนาคต

1. ความหมายและการวิจัยอนาคต
2. เทคนิคการวิจัยแบบเดลฟาย

หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์

" วิทยาศาสตร์ " ตามความหมายใน New Webster's Dictionary of English Language, Deluxe Encyclopaedia Edition (1981) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หรือ กฎต่าง ๆ ซึ่งได้มาจากการศึกษาอย่างมีระบบแบบแผน ซึ่งคล้ายคลึงกับความหมายใน The Columbia Encyclopaedia , 3rd edition (1963) ว่าเป็นการเรียนรู้ที่สะสมและจัดเป็นระบบ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ

นิดา สะเพียรชัย (2523) ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ว่า ไม่ใช่ตัวความรู้วิทยาศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วย กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ได้ความรู้นั้น

สุทัศน์ ยกส้าน (สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย, 2530) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์คือ ศาสตร์ที่เรียนเพื่อให้เข้าใจธรรมชาติ เรียนโดยการสังเกต ตั้งสมมติฐาน และหาทางคิดค้นสมมมติฐานนั้น

ในปัจจุบันเมื่อกล่าวถึงวิทยาศาสตร์ เรามักพบคำ ๆ หนึ่งอยู่ด้วยกัน แต่มีความหมายที่ต่างกัน คือ " เทคโนโลยี " ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน เช่น

นิดา สะเพียรชัย (2523) ให้ความหมายว่า เทคโนโลยี เป็นความรู้ที่มนุษย์ใช้ทรัพยากรให้เป็นประโยชน์แก่มนุษย์ในการสนองความต้องการและควบคุมสิ่งแวดล้อม

ธงชัย ชิวปรีชา (2531) ให้ความหมายว่า เทคโนโลยีเป็นทั้งความรู้และกระบวนการนำความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับเทคนิควิธีการผลิต การสร้าง หรือการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบ หรือวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ สิ่งประดิษฐ์ ระบบหรือ

วิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงหรือสูงขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่มนุษย์และสังคมกำลังประสบอยู่

จากความหมายข้างต้น พอสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงหรือกฎต่าง ๆ ของธรรมชาติ ซึ่งได้มาจากการศึกษาด้วยกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเทคโนโลยี ก็คือความรู้และกระบวนการที่เรานำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์ในด้านอำนวยความสะดวกหรือแก้ปัญหาต่าง ๆที่มนุษย์กำลังประสบอยู่

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การเกิดเทคโนโลยี และในทำนองเดียวกันเทคโนโลยีก็ไปขยายความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้กว้างขวางและก้าวหน้าออกไปเป็นวงจรอย่างต่อเนื่อง (สมิทธิ์ คำเพิ่มพูล และ ธนากร พละชัย, 2532 และ Afanasyev, 1980) จึงไม่น่าแปลกใจว่า ปัจจุบันและต่อไปในอนาคต การเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะทวีอัตราความเร็วมากขึ้นทุกที

2. <u>พัฒนาการของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา</u>

วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาในประเทศไทยครั้งแรกสมัยกรุงศรีอยุธยาในรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช โดยนักสอนศาสนานำกล้องโทรทัศน์มาถวายเพื่อทอดพระเนตรจันทรุปราคา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเริ่มมีบทบาทในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ในรัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว แต่มิได้มีการถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่ประชาชน ต่อเมื่อมีการจัดระบบการศึกษาอย่างมีแบบแผน วิชาวิทยาศาสตร์ก็ได้รับการบรรจุอยู่ในหลักสูตรตั้งแต่ฉบับแรก เมื่อปี พ.ศ. 2438 จนกระทั่งถึงปัจจุบัน (ธีระชัย ปูรณโชติ, 2525)

พัฒนาการหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย เริ่มต้นจากการได้รับอิทธิพลจากประเทศทางซีกโลกตะวันตก ดังเห็นได้จากตำราเรียนสมัยหลักสูตรฉบับแรกปีพุทธศักราช 2438 เป็นแบบเรียนของโรงเรียนในประเทศอังกฤษสมัยนั้น โดยให้เริ่มเรียนตั้งแต่ชั้นประโยค 3 หรือระดับมัธยมศึกษาเป็นต้นไป วิชาที่เรียนมีเรื่องเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ พืชและสัตว์ สรีรวิทยา กลศาสตร์ และฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังมี

"บทเรียนด้วยของ" แสดงว่าการศึกษาด้วยวิธีสังเกตและทดลองเริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่ฉบับแรก (ธีระชัย ปูรณโชติ, 2525 และ พนัส วิมุกตายน, 2521) หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระยะต่อมา ก็ยังใช้แบบเรียน ตำราเรียนที่แปลมาจากของต่างประเทศและตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 เป็นต้นมา จึงเริ่มมีแบบเรียนที่แต่งขึ้นโดยคนไทย (ธีระชัย ปูรณโชติ, 2525)

พิศาล สร้อยธุหร่ำ (2527) ได้กล่าวถึง การจัดหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของไทย ตั้งแต่ต้นจนถึงหลักสูตรฉบับปีพุทธศักราช 2503 ว่า " หลักสูตรและการเรียนการสอนมีลักษณะเป็นแบบที่เรียกกันทั่ว ๆ ไปว่า " หลักสูตรแบบเดิม " การระบุเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นการระบุอย่างกว้าง ๆ ว่าจะสอนอะไรบ้าง แต่มิได้กำหนดว่าจะสอนเรื่องนั้นเรื่องนี้เป็นปริมาณมากน้อยเพียงใดและลึกซึ้งเพียงใด แม้จะมีการจัดทำคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ ระดับต่าง ๆ ขึ้น เพื่อช่วยแนะนำเกี่ยวกับวิธีสอนและอื่น ๆ แต่คำแนะนำที่ปรากฏก็เป็นไปในลักษณะของหลักการกว้าง ๆ จนบางครั้งทำให้กิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาเดียวกันของแต่ละโรงเรียนแตกต่างกันมาก และทางโรงเรียนไม่แน่ใจว่าหลักสูตรมีขอบเขตเท่าใด การสอนจึงขึ้นกับครูแต่ละคน ตามหลักสูตรฉบับปีพุทธศักราช 2503 การเรียนภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติไม่ได้เป็นไปด้วยกัน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแยกภาคทฤษฎีและปฏิบัติออกเป็นวิชาต่างหากจากกัน ซึ่งนักเรียนจะไม่เลือกเรียนภาคปฏิบัติสำหรับบางวิชาก็ได้ หนังสือที่ใช้กับนักเรียนมีลักษณะเหมือนตำราหรือหนังสืออ้างอิง คือ มีแต่รายละเอียดของเนื้อหา การสอนโดยทั่วไปเป็นการวัดความรู้ด้านเนื้อหา "

หลักสูตรการเรียนการสอนดังกล่าวเป็นลักษณะเดียวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศซีกโลกตะวันตกเมื่อก่อนปีทศวรรษ 1960 ซึ่งหลักสูตรวิทยาศาสตร์มุ่งสอนข้อเท็จจริง มโนทัศน์และกฎ มีแบบเรียนเป็นแหล่งข้อมูลหลักส่วนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เป็นการทำเพื่อยืนยันมโนทัศน์ที่นักเรียนได้อ่านหรืออภิปรายในห้องแล้ว (Rakow, 1986)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ เมื่อรัสเซียส่งยานสปุตนิกขึ้นสู่อวกาศ ในปี พ.ศ. 2500 นับเป็นจุดเริ่มต้นทำให้นักวิทยาศาสตร์และผู้บริหารของหลายประเทศในซีกโลกตะวันตกเริ่มตื่นตัว และมองว่าประเทศของตนล้าหลังทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา, 2532) และหันมาปฏิรูปหลักสูตรวิทยาศาสตร์ใหม่ โดยเน้นการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) และการสอนแบบค้นพบ (Discovery Method)

ประเทศไทยได้รับอิทธิพลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรครั้งนี้ด้วย โดยในปี พ.ศ. 2508 องค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ได้ริเริ่มให้มีการปรับปรุงหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ในภูมิภาคเอเชีย โดยใช้กรุงเทพมหานครเป็นศูนย์กลางดำเนินโครงการทดลองสอนวิชาเคมีและวิชาฟิสิกส์ ระดับมัธยมศึกษา ต่อมาโครงการทั้งสองดังกล่าวได้รับความเห็นชอบให้เป็นโครงการถาวรของประเทศไทย ได้จัดให้มีการอบรมครูวิทยาศาสตร์เพื่อเพิ่มพูนความรู้ทางเนื้อหาวิชา ปฏิบัติการและการทำอุปกรณ์การสอน โครงการนี้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจและเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง กลุ่มนักวิชาการไทยจึงมีความเห็นพ้องต้องว่าถึงเวลาแล้วที่ประเทศไทยควรมีการปรับปรุงหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เสียใหม่ และให้มีการจัดตั้งหน่วยงานที่รับผิดชอบงานนี้โดยเฉพาะ ในปีพ.ศ.2513 คณะรัฐมนตรีได้มีมติจัดตั้งสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อทำหน้าที่หลักในการริเริ่มดำเนินการส่งเสริมการค้นคว้าและวิจัยหลักสูตร วิธีสอน และการวัดผลการสอนเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ทุกระดับการศึกษา ดำเนินการฝึกอบรมครู อาจารย์ นิสิตนักศึกษาเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี พัฒนาปรับปรุงและประดิษฐ์สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนพัฒนาปรับปรุงและจัดทำหนังสือเรียน แบบฝึกหัด หนังสืออุเทศ หนังสืออ่านประกอบและคู่มือครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาโดย สสวท. ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในปีการศึกษา 2519 และระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในปีการศึกษา 2520 (นิศาล สร้อยธุหร่ำ, 2527) หลักสูตรวิทยาศาสตร์ดังกล่าวของประเทศไทยไม่ได้เป็นหลักสูตรที่แปลโดยตรงจากประเทศใดเลย แต่พัฒนาขึ้นสำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะ หลักสูตรประกอบด้วย 3 ลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์คือ ความรู้ในเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หลักสูตรนี้เน้นการทำกิจกรรมการปฏิบัติของนักเรียนเป็นหลัก (Soydhurum, in press)

อารมณ์ ปุณโณทก (2512) ได้อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบทั้งสามของหลักสูตร ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ในเรื่องราวหรือกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ ความรู้ในส่วนนี้ Bloom ได้จำแนกอยู่ในพุทธิพิสัย ซึ่งได้แก่ ความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า เป็นความรู้ที่มุ่งให้นำไปใช้หรือนำไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอีกด้วย

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้ในระเบียบวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การสื่อความหมาย การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล

3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความรู้สึกและพฤติกรรมที่แสดงออกในทางการใช้เหตุผลในกระบวนการเสาะแสวงความรู้ ตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์

ต่อมา สภาพเศรษฐกิจและสังคมได้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว กระทรวงศึกษาธิการเห็นความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนใหม่ในทุกวิชา โดยได้ระบุจุดที่สำคัญ 3 ประการของหลักสูตรที่เปลี่ยนแปลงใหม่ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2533) ดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการ

ในโลกปัจจุบันนี้ วิทยาการและเทคโนโลยีใหม่ได้รุดหน้าไปเรื่อย ๆ เป็นไปไม่ได้ที่หลักสูตรจะตามให้ความรู้ในเรื่องดังกล่าวได้ครบถ้วนและทันท่วงที ฉะนั้นหน้าที่หลักของหลักสูตรคือ การให้เครื่องมือเพื่อเป็นเครื่องรับความรู้ แสวงหาความรู้และวิธีการที่จะนำความรู้นั้นไปใช้ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน เนื้อหาวิชาในหลักสูตรจึงเป็นสื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาสติปัญญาให้เจริญงอกงามให้รู้จักคิดอย่างมีกระบวนการมุ่งเน้นที่จะปลูกฝังวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการของเนื้อหา และวิเคราะห์เนื้อหาต่าง ๆ เพื่อหาข้อสรุปสืบเนื่องที่จะเกิดและการนำไปใช้ ในเรื่องการนำความรู้ไปใช้นั้นวิธีการที่จะได้ความคิดว่าจะเอาไปใช้อย่างไรนั้น จะเกิดขึ้นต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

2. ส่งเสริมให้ท้องถิ่นพัฒนาหลักสูตร

หลักสูตรคำนึงถึงความต้องการที่หลากหลายของแต่ละท้องถิ่น ซึ่งแตกต่างกันในด้านสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เศรษฐกิจ และสังคม จึงเปิดโอกาสให้ท้องถิ่นสามารถพัฒนาหลักสูตรให้เหมาะกับความต้องการและเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น เพื่อให้ผู้เรียนในแต่ละท้องถิ่นได้รับประโยชน์จากความแตกต่าง รวมทั้งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความรักและผูกพันกับท้องถิ่นของตนอีกด้วย

3. ให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนรายวิชาต่าง ๆ

หลักสูตรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกรายวิชาต่าง ๆ ในวิชาบังคับเลือกและวิชาเลือกเสรีตามความสนใจและความถนัดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบความถนัดและความสามารถและได้พัฒนาความสามารถได้สูงสุดตามศักยภาพ

สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน แม้จะเน้นกระบวนการเรียนการสอนดังกล่าวมาตั้งแต่เริ่มต้น แต่ก็ได้มีการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ดังนี้

หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้นปีพุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ประกอบด้วยวิชาวิทยาศาสตร์ที่เป็นวิชาบังคับ 6 รายวิชา ๆ ละ 1.5 หน่วยการเรียน ซึ่งเป็นเวลาเรียน 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค จุดประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2534) มีดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขตและข้อจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

ส่วนเนื้อหาวิชา เป็นแนวความคิดหลักพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์สอดแทรกเรื่องราวของเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่สิ่งรอบตัวที่เป็นพื้นฐานการดำรงชีวิต เช่น น้ำ สารรอบตัว พืช สัตว์ สิ่งแวดล้อม จากนั้นจะเป็นเรื่องราวเกี่ยวกับตัวนักเรียนเอง เช่น กลไกการทำงานของร่างกาย การเจริญเติบโต แล้วนำไปสู่เรื่องของสิ่งรอบตัวที่อาศัย

017938

เทคโนโลยี เช่น ทรัพยากรในธรรมชาติและการพัฒนาอนุรักษ์ การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก พลังงานในชีวิตประจำวัน เครื่องใช้ในบ้าน และการขนส่งสื่อสาร (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531)

นอกจากนี้ เพื่อเป็นการสนองความต้องการ ความสนใจของนักเรียนซึ่งมีหลากหลาย และเพื่อให้นักเรียนในแต่ละท้องถิ่นได้มีโอกาสเลือกเรียนในสิ่งที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์แก่ท้องถิ่น หลักสูตรนี้ยังมีวิชาเลือกเสรีอีก 9 รายวิชา ๆ ละ 1 หน่วยการเรียน ซึ่งเป็นเวลาเรียน 2 คาบ/สัปดาห์/ภาค ได้แก่ ของเล่นเชิงวิทยาศาสตร์หลากหลาย วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา ของเล่นเชิงกลไกและไฟฟ้า เริ่มต้นกับโครงงานวิทยาศาสตร์ พันธุกรรมกับการอยู่รอด สนุกกับอิเล็กทรอนิกส์ โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต แสงและทัศนุปกรณ์ จับแสงอาทิตย์

ส่วนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ ได้ประกาศให้ใช้ทั่วประเทศเมื่อปีการศึกษา 2519 นั้น ได้มีการปรับปรุงและประกาศใช้ในรอบที่ 2 ในปีการศึกษา 2524 หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เป็นหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายปีพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) มีจุดประสงค์ของหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ, 2534) ดังนี้

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจในเรื่องของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า

วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นนี้เป็นวิชาบังคับเลือก จำนวน 6 หน่วยการเรียน มี 2 โครงสร้าง คือ

โครงสร้างที่ 1 สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนวิทยาศาสตร์พอเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิต มีวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นวิชาบังคับเลือก 4 รายวิชา ๆ ละ 1.5 หน่วยการเรียน ซึ่งเป็นเวลาเรียน 3 คาบ/สัปดาห์/ภาค แต่ละรายวิชาจะต้องเลือกเรื่องที่เรียน ตามเงื่อนไข คือ แต่ละรายวิชาต้องเลือกเรียน 2 เรื่อง เมื่อรวม 4 รายวิชาแล้วต้องเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 เรื่อง และวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 3 เรื่อง โดยเลือกเรียนจากเรื่องต่อไปนี้ วิทยาศาสตร์กายภาพ มี 9 เรื่อง คือ แสงอาทิตย์และพลังงานโลกแห่งแสงสี สารสังเคราะห์ ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก เสียงในชีวิตประจำวัน รังสีที่เรามองไม่เห็น โลกและดวงดาว ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม และสีสรรพ์ ส่วนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มี 5 เรื่อง คือ กินดีอยู่ดี ยากับชีวิต มรดกทางพันธุกรรม ร่างกายของเรา ชีวิตและวิวัฒนาการ ผู้ที่ได้เรียนครบ 4 รายวิชาแล้วประสงค์ที่จะเรียนเรื่องอื่น ๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพที่ยังไม่ได้เรียนอีกก็ทำได้

โครงสร้างที่ 2 สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ มีวิชาบังคับเลือก 3 รายวิชา ๆ ละ 2 หน่วยการเรียนซึ่งเป็นเวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์/ภาค รายวิชาดังกล่าว คือ ฟิสิกส์ เคมี และ ชีววิทยา ซึ่งจะเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนใดก็ได้ สำหรับวิชาเลือกเสรี มี 3 กลุ่มเช่นเดียวกัน คือ ฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา แต่ละกลุ่มวิชาให้เรียนตามลำดับรายวิชาที่โครงสร้างกำหนด สำหรับรายวิชาในกลุ่มชีววิทยา คือ ความรู้หลักการเบื้องต้นในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และ ความรู้พื้นฐานทางเทคโนโลยีชีวภาพ นั้น เป็นรายวิชาที่ช่วยเสริมความรู้พิเศษเฉพาะเรื่องจะเลือกเรียนเพิ่มเติมหรือไม่ก็ได้

3. <u>การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์</u>

จากลักษณะของวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อเท็จจริง และเกิดจากกระบวนการแสวงหาความรู้ทางธรรมชาติ การสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ หรือทำให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิด รู้จักแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีและเหมาะสมนั้น ไม่ควรจะเป็นการถ่ายทอดเฉพาะผลิตผลของวิทยาศาสตร์หรือความรู้วิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ควรจะต้องปลูกฝังกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็กด้วย (จำนง พรายแย้มแข, 2514) สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ได้กล่าวว่า การให้ความรู้วิทยาศาสตร์ใด ๆ โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีคุณค่าอย่างเหลือล้น เพราะเป็นการสร้างปัญหา

ให้เขารู้จริง คิดเป็น ปฏิบัติได้อย่างแท้จริงและวิธีสอนที่เหมาะและสอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากที่สุด และสอดคล้องกับการกระทำของนักวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์ อันจะทำให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็นได้อย่างดีก็คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) หรือ การสอนแบบค้นพบ (Discovery Method) วิธีนี้มีเป้าหมายที่ให้นักเรียนเป็นผู้กระทำการค้นหาและเกิดการค้นพบด้วยตนเองเป็นหลัก

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มี 2 แบบใหญ่ ๆ ได้แก่

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการค้นพบแบบไม่แนะแนวทาง (Unguided Discovery) นักเรียนเป็นผู้ค้นหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองทั้งสิ้น ครูเป็นเพียงผู้กำหนดปัญหาให้ ส่วนการแก้ปัญหา การวางแผนการทดลอง และวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้เป็นเรื่องของนักเรียนที่คิดทำเอง ครูคอยแต่ตรวจผลงานสุดท้ายเท่านั้นว่าถูกหรือผิด (Tisher et al., 1972 อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531)

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ หรือการค้นพบแบบจำกัดการแนะแนวทาง (Guided Discovery) การสอนแบบค้นพบเช่นนี้ ครูยังมีบทบาทอยู่แต่อยู่ในวงจำกัด ส่วนใหญ่จะยกให้นักเรียนเป็นผู้คิดและทำ ส่วนครูจะคอยเป็นที่ปรึกษาและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น Romey (1968 อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531) อธิบายว่า ครูจะบอกวิธีการให้เสร็จ ถ้านักเรียนทำตามวิธีที่บอกไว้แล้วเขาจะพบคำตอบของปัญหา แต่นักเรียนยังไม่รู้คำตอบล่วงหน้า จนกว่าเขาจะได้รวบรวมข้อมูลแล้ว และทำการวิเคราะห์ข้อมูล เขาจึงจะรู้คำตอบ ในขั้นการสรุปผลนักเรียนจะนำข้อมูลและข้อสรุปมาเสนอหน้าชั้นแล้วมีการอภิปราย

วีระยุทธ วิเชียรโชติ (2514 อ้างถึงใน นิมิตร มาศเกษม, 2518) แบ่งชนิดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 แบบ คือ

1. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า (Active Inquiry) เป็นวิธีสอนที่นักเรียนใฝ่หาความรู้โดยวิธีสืบเสาะหาความรู้เอง ครูเป็นเพียงผู้เร้าให้นักเรียนดำเนินการเรียนรู้จนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม (Passive Inquiry) เป็นวิธีสอนที่ครูใช้โดยตั้งคำถาม ให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถาม (Combined Inquiry) วิธีสอนที่ครูและนักเรียนช่วยกันในการสืบเสาะหาความรู้โดยการตั้งคำถาม จนนักเรียนสรุปได้เอง

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) ให้ความเห็นว่า การนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในประเทศไทย คงเป็นไปไม่ได้ที่จะใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบไม่แนะแนวทาง เพราะนักเรียนยังมีความรู้อยู่ในวงจำกัด และยังต้องเรียนวิชาอื่น ๆ มากมาย ดังนั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบจำกัดการแนะแนวทางน่าจะเหมาะสมที่จะนำมาใช้

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 เป็นต้นมา ประเทศไทยได้เริ่มนำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลักเรียงลำดับคือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย และแนะแนวทางเพื่อให้ผู้เรียนสืบเสาะหาคำตอบ

2. การทดลอง การทดลองเป็นกิจกรรมหลักของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ สสวท. นำมาใช้ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในบางบทเรียนที่ไม่อาจทดลองได้ สสวท. แนะนำให้ทำกิจกรรมอื่นทดแทน ที่มีคุณค่าพัฒนาความคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เช่นเดียวกัน เช่น นำข้อมูลซึ่งเป็นผลการทดลองของนักวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ที่ทำไว้แล้วมาให้นักเรียนศึกษา ซึ่งนักเรียนก็ยังคงมีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

3. การอภิปรายภายหลังการทดลอง ครูให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปถึงแนวคิดหรือหลักการสำคัญ ตลอดจนร่วมกันอภิปรายถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ในกรณีที่มีข้อผิดพลาด

จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะนำไปสู่การเป็นคนมีใจใฝ่รู้อยู่เสมอ มีใจรักในวิทยาศาสตร์ สามารถเสาะหาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2531)

สมสุข ธิระนิจิตร (2525) ได้ชี้ให้เห็นถึงข้อดีของการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดอย่างเต็มที่
2. นักเรียนมีแรงจูงใจที่กระหายอยากรู้อยากเรียนตลอดเวลา
3. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
4. ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ เนื่องจากนักเรียนได้ค้นคว้าด้วยตัวเอง จึงทำให้จำได้แม่นยำและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้
5. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
6. นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วกว่าเดิม

4. สภาพและปัญหาของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

สภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ควรเป็นจริงในชั้นเรียน น่าจะมีการใช้วิธีการสอนต่าง ๆ กันตามเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์ของแต่ละเรื่อง เช่น การบรรยาย การอภิปราย การปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การสาธิต ทัศนศึกษา ฯลฯ แต่ในทางปฏิบัติยังมีครูวิทยาศาสตร์ที่ยังคงพอใจกับการสอนด้วยการบรรยายมากกว่าด้วยวิธีอื่น (Soydhurum, in press) ยุพา ตันติเจริญ (2531) ให้ความเห็นว่า ในระยะแรกของการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ครูเห็นด้วยกับวิธีสอนที่ สสวท. เสนอ และกระตือรือร้นในการนำไปใช้ แต่ในระยะต่อมาความกระตือรือร้นและการปฏิบัติจริงลดน้อยลงเนื่องจากต้องใช้เวลาและความพยายามมากกว่าการสอนวิธีอื่น ๆ ซึ่งตรงกับที่ Rakow (1986) กล่าวว่า ถึงแม้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะได้รับการส่งเสริมจากนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ แต่ปรากฏว่าครูละทิ้งการสอนแบบนี้และกลับไปใช้หนังสือเรียนเป็นหลักในการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะอุปสรรคต่าง ๆ เช่น ไม่มีเวลาเพียงพอ การวัดผลส่วนใหญ่เป็นการวัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหามากกว่ากระบวนการ เนื่องจากการประเมินผลด้านอื่น ๆ ยุ่งยาก และต้องอาศัยเครื่องมือที่ใช้ประเมินเป็นรายบุคคล เป็นต้น สาเหตุอีกประการหนึ่งที่ทำให้การเรียนการสอนแบบนี้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ก็คือ ข้อเท็จจริงที่ว่าข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยมักจะเน้นความรู้ทางพุทธิพิสัย จึงทำให้ทั้งครูและนักเรียนมุ่งเน้นในการเตรียมพร้อมในเรื่องเนื้อหาวิชาเป็นหลัก ความสนใจและความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาในด้านอื่น ๆ จึงมีน้อย อย่างไรก็ตามครูส่วนใหญ่ยังเห็นด้วยกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และมีความคิดเห็น

ว่า มีปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางดังข้อค้นพบจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นปีพุทธศักราช 2521 และหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายปีพุทธศักราช 2524

การวิจัยเกี่ยวกับการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนั้นได้พบว่า ครูมีปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เช่น การเตรียมการสอน ครูไม่สามารถนำเนื้อหาวิชามาผสมผสานกับการสอนปฏิบัติการได้ ด้านทักษะและการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ (อรรถศิษฎ์ สมรรถการอักษรกิจ, 2524) นอกจากนั้น จินตนา จามระดิษ (2529) ยังพบปัญหาการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ว่า ปัญหาเกี่ยวกับการสอนในด้านตัวครู นักเรียน อุปกรณ์การสอน และการประเมินผลอยู่ในระดับปานกลางคือ ไม่มีเวลาให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองอย่างเพียงพอ และครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด ขาดอุปกรณ์การทดลอง และนักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอมาก่อน มังกร ทองสุขดี (2527) ได้พบสิ่งที่เป็นปัญหาในเรื่องนี้คือ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานแตกต่างกันและขาดความรับผิดชอบในการติดตามผลการทดลองโดยตลอด จำนวนนักเรียนมากเกินไปทำให้ไม่สามารถสืบเสาะหาความรู้ได้

การวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น มีผู้ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์พบว่า ครูมีปัญหาการใช้หลักสูตรฟิสิกส์ในด้านความหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา แบบเรียน ตลอดจนหนังสือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน การใช้วัสดุอุปกรณ์ การเรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล ซึ่งปัญหาดังกล่าวอยู่ในระดับปานกลาง (นิพัฒน์ คงทอง, 2529 และ นุกรานต์ นิ่มศิริ, 2527) และจากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหารและครูฟิสิกส์เกี่ยวกับหลักสูตรและวิชาฟิสิกส์พบว่า ผู้บริหารเห็นว่า ปัญหาด้านความพร้อมของบุคลากรคือ ครูฟิสิกส์จำเป็นต้องสอนหลายระดับชั้นหรือหลายรายวิชา และปัญหาด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นคือ ปัญหาเกี่ยวกับการส่งเสริมการทำโครงงาน สำหรับครูนั้นมีความเห็นว่าปัญหาที่พบคือเนื้อหาวิชากับระดับชั้นเรียน และการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับการคำนวณ (ดิรินงค์ ทีฆะ, 2528) สำหรับวิชาชีววิทยานั้น อุบล เสี้ยววาริน (2524) ศึกษาความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับหลักสูตรชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ครูและนักเรียนมีความคิดเห็นเกี่ยว

กับเนื้อหาของหลักสูตรชีววิทยาน่าสนใจ ทันสมัย เป็นลำดับต่อเนื่องและเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน ครูส่วนใหญ่สอนด้วยวิธีบรรยายมากกว่าวิธีสืบเสาะหาความรู้ มีการใช้โสตทัศนูปกรณ์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการทดลองและคิดค้นคว้าด้วยตนเอง ครูส่วนใหญ่วัดผลด้วยการเน้นการสอนแต่ความรู้ภาคทฤษฎีและการเข้าชั้นเรียนของนักเรียน

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสนใจว่าข้อค้นพบจากโครงการวิจัยและประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ครั้งที่ 2 ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2532 พบว่า ในเรื่องกิจกรรมการเรียนการสอนและพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษานั้น นักเรียนมีความคิดเห็นว่า การอธิบายและการสรุปของครูยังคงเป็นกิจกรรมการสอนที่เด่น ในขณะที่โดยปกตินักเรียนอิสระน้อยมากในการเลือกกิจกรรมการเรียนของตนเอง วิทยาศาสตร์สำหรับชีวิตประจำวันและกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีการเน้นในระดับปานกลาง โดยนักเรียนมีโอกาสค่อนข้างมากในการทำกิจกรรมปฏิบัติการทั้งในและนอกห้องเรียน อย่างไรก็ตามการให้นักเรียนตั้งปัญหาและหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองยังเน้นในระดับน้อย อาจกล่าวได้ว่า สถานการณ์การเรียนการสอนในชั้นเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง โดยให้โอกาสนักเรียนทำการทดลอง แต่การให้โอกาสแก่นักเรียนในการตั้งปัญหาและหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองยังอยู่ในระดับต่ำ ส่วนทางด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์พบว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาโดยทั่วไป มีเจตคติทางบวกต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Soydhurum, in press)

5. แนวโน้มของหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคต

การเปลี่ยนแปลงของสังคมและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนการพบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความเคลื่อนไหวที่ต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรในประเทศต่าง ๆ โดยมีคำวิจารณ์เกี่ยวกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ความไม่ประสานกันของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนกับสภาพความจริงของสังคม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Hurt and Robottom, 1990)

2. หลักสูตรวิทยาศาสตร์ปัจจุบันไม่ได้เตรียมนักเรียน ให้รู้จักตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับตนเอง เกี่ยวกับสังคม และเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม (Stellings, 1983 และ

Yager et al, 1982 quoted in Hurt and Robottom, 1990)

3. หลักสูตรวิทยาศาสตร์ เน้นที่หนังสือเรียนในฐานะเป็นสื่อเดียวในการเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์มากจนเกินไป โดยเฉพาะในหลักสูตรระดับมัธยมศึกษา ตลอดจนการที่เน้นทฤษฎีระดับสูง โดยไม่สอดคล้องกับระดับของเนื้อหา (Yager, 1983)

4. การสอนวิทยาศาสตร์มีความบกพร่องที่เน้นการเรียน โดยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงแต่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับการวัดผลด้านทักษะ (Anderson, 1983 ; Hurd, 1983 และ Mayer, 1979 quoted in Hurt and Robottom, 1990)

ดังนั้น จึงมีการเคลื่อนไหวที่จะเปลี่ยนแปลงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ขึ้นในนานาประเทศ การเคลื่อนไหวที่สำคัญอันหนึ่ง คือ ความพยายามที่จะปรับปรุงหลักสูตรให้เน้นความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science - Technology - Society Movement, STS) ซึ่งมีลักษณะที่สำคัญ คือ เน้นปัญหาสังคมปัจจุบันและพัฒนานิสัยการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล เพื่อเตรียมนักเรียนให้เป็นผู้ใหญ่ที่มีประสิทธิภาพในการตัดสินใจแบบประชาธิปไตย เน้นเนื้อหาที่สอดคล้องกับสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Hurd, 1986 quoted in Hart and Robottom, 1990) เน้นการสร้างมโนทัศน์ใหม่ว่า วิทยาศาสตร์ถูกกำหนดโดยสังคมมากเท่ากับที่วิทยาศาสตร์มีอิทธิพลต่อโครงสร้างของสังคม (Kuhn, 1962)

ที่ประชุม International Organizations for Science and Technology Education (IOSTE) ซึ่งจัดที่ Kiel ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เมื่อปี พ.ศ. 2531 ได้ระบุว่า STS ควรแทรกอยู่ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์เดิมที่ใช้อยู่ แต่ให้เน้นมากกว่าส่วนอื่น หลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบ STS จะต้องจัดให้สมดุลในเนื้อหา 3 ด้าน คือ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ปัญหาสังคม และเนื้อหาของหลักการวิทยาศาสตร์ (Hart and Robottom, 1990) Solomon (1988) เสนอแนะว่า หลักสูตร STS ควรเป็นสหสาขาวิชาและประกอบด้วย เนื้อหาจากวิทยาศาสตร์หลายแขนงวิชาเท่าที่จำเป็นและเน้นวิธีการแก้ปัญหา (problematic approach) ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระดับท้องถิ่น ประเทศ ภูมิภาค และนานาชาติ จะเร้าความสนใจของนักเรียนและสามารถนำไปสู่เรื่องการตัดสินใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หรือสังคมได้

วิธีสอนสำหรับหลักสูตร STS ก็คือ การอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งนอกจากจะทำให้นักเรียนรู้จักคิดแล้ว ยังเป็นการฝึกให้นักเรียนรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและมีใจกว้าง การใช้เกม เกมสถานการณ์จำลอง และการเล่นบทบาทสมมติ ก็สามารถนำมาใช้สอนบทเรียน STS ได้ และด้วยความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์ด้านคอมพิวเตอร์ บทเรียน Interactive ต่าง ๆ ก็ควรมีการผลิตขึ้นต่อไป (Solomon, 1988)

นอกจากทิศทางการเคลื่อนไหวของหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยังมีการวิจัยเกี่ยวกับแนวโน้มของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ดังนี้

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับแนวโน้มของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา Keeves (1986) พบว่าทุกประเทศได้ให้ความสนใจเป็นอย่างมากในเรื่องพัฒนาการของวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มีผลต่อการพัฒนาการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษา เช่น ประเทศญี่ปุ่นได้มีการเสนอให้พัฒนาหลักสูตรใหม่สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายให้สัมพันธ์กับระบบการให้บริการข้อมูล การบริหารเทคโนโลยี วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และจะเน้นการนำไปสู่อาชีพ ประเทศจีนได้ปฏิรูปหลักสูตร โดยผนวกเรื่องเทคโนโลยีเข้าไว้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา

Hernandez (1984) กล่าวว่า เนื้อหาวิชาที่เป็นความจำเป็นเร่งด่วนสำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษา คือ ด้านชีววิทยากับสิ่งแวดล้อม พันธุศาสตร์และสุขภาพ โภชนาการและการเกษตร การเรียนการสอนจะต้องให้เรียนรู้ทั้งหลักการ และมีประสบการณ์ในการปฏิบัติ โดยมีกลวิธีการสอนที่จะทำให้เกิดผลทั้งด้านสติปัญญาและคุณค่า

ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกา The National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematic Science and Technology (1983) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับทิศทางและวัตถุประสงค์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยตั้งเป้าหมายว่าผู้ที่ออกจากระบบโรงเรียน สามารถใช้ทั้งความรู้และผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการคิดในชีวิตประจำวันและในอาชีพได้ หลักสูตรวิทยาศาสตร์จะประกอบด้วย ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีแนวโน้มปฏิบัติได้จริง แต่ยังคงไว้ซึ่งการเสริมสร้างทักษะพื้นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2532) ได้วิจัยเกี่ยวกับแนวโน้มของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญใน 10 ปีข้างหน้า โดยใช้เทคนิคการวิจัยอนาคตแบบ EDFR (Ethnographic Delphi Futures Research) ผลวิจัยพบว่า ในด้านจุดมุ่งหมาย หลักสูตรวิทยาศาสตร์ใน 10 ปีข้างหน้า มีแนวโน้มว่าจะมีลักษณะเดียวกับหลักสูตรปัจจุบัน คือ เพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติ หลักการ ทฤษฎีขั้นพื้นฐาน ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและตระหนักในคุณค่า และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ ในเรื่องโครงสร้างของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยจะยังคงเป็นหลักสูตรที่แยกเป็นรายวิชาเคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ เช่นเดียวกับหลักสูตรปัจจุบัน ส่วนเรื่องเนื้อหาหลักสูตร จะยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกับหลักสูตรปัจจุบัน แต่เน้นเกี่ยวกับเทคโนโลยี ตลอดจนผลกระทบของการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ การเรียนการสอนจะเน้นการฝึกและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

สื่อการสอนวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการสอนเป็นการสื่อสารระหว่างครูกับผู้เรียน ดังนั้น จึงมีผู้ให้ความหมายที่สอดคล้องกับการสื่อสารว่า สื่อการสอนหมายถึง สื่อกลางที่ครูใช้ในการสื่อสารกับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ (Shores, 1960 และ ชม ภูมิภาค, 2524)

Romiszowski (1988) ให้ความหมายเพิ่มเติมว่า สื่อการสอน คือพาหะที่นำข้อมูลจากแหล่งส่งข้อมูลซึ่งอาจเป็นคนหรือสิ่งไม่มีชีวิตไปยังผู้รับข้อมูลหรือผู้เรียน โดยพาหะนั้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนโดยผ่านทางประสาทสัมผัส

ส่วน Heinich et al. (1982)ให้ความหมายว่าเป็นสื่อชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นภาพยนตร์ สิ่งพิมพ์หรือสื่ออื่น ที่ใช้ในการสื่อสารด้วยจุดมุ่งหมายเพื่อการสอน

สื่อการสอนตามความหมายของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523) มีความหมายครอบคลุมถึง

1. วัสดุ คือ สิ่งสิ้นเปลืองต่าง ๆ ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ แผนที่ ชอล์ก แบบเรียน ฟิล์มภาพยนตร์ และอื่น ๆ

2. อุปกรณ์ คือ เครื่องมือที่มีความคงทนถาวร ได้แก่ กระดานดำ โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องเสียงต่าง ๆ

3. กระบวนการและวิธีการ ซึ่งรวมถึงวิธีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ กระบวนการที่เป็นอิสระ อาทิ การสาธิต ทดลอง การเชิญวิทยากรบรรยาย ทัศนศึกษานอกสถานที่

เปรื่อง กุมุท (2519) ได้ให้ความหมายว่า เป็นสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับทำให้การสอนของผู้สอนสื่อไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

วิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทั้งเนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ จึงหมายถึงสิ่งต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ วัสดุ อุปกรณ์ กระบวนการ และวิธีการที่ผู้สอนใช้ในการถ่ายทอดสาร อันได้แก่ เนื้อหาวิชา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการรับรู้ทางประสาทสัมผัสของผู้เรียน

2. ประเภทของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์

Tisher et al. (1972 อ้างถึงในสุวัฒก์ นิยมค้า, 2531) ได้แบ่งสื่อการสอนตามลักษณะประสบการณ์โดยใช้ความเป็นรูปธรรมเป็นเกณฑ์ ได้แก่

1. ประสบการณ์ตรงจากสภาพที่เป็นจริง(Direct Learning through First-Hand Experience) หมายถึง ประสบการณ์ที่ตัวเราเป็นผู้สัมผัสวัตถุ หรือเหตุการณ์จริง ๆ โดยได้เป็นข้อมูลดิบ เช่น การทดลอง การดูสาธิตของครู การศึกษานอกสถานที่ เป็นต้น

2. ประสบการณ์ทดแทนจากโสตทัศนศึกษา (Vicarious Learning through Audio-Visual Materials) เป็นประสบการณ์รองจากสภาพที่เป็นจริง

เป็นเพียงการทดแทนของจริงที่มีลักษณะคล้ายของจริงทุกอย่าง โดยใช้สื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัสดุและเครื่องมือ เช่น หุ่นจำลอง รูปภาพ แผนภูมิ ภาพยนตร์ ฟิล์มสตริป สไลด์ ภาพในแผ่นโปร่งใส เป็นต้น

3. ประสบการณ์ทดแทนจากคำพูดและสัญลักษณ์ (Vicarious Learning through Words and Symbols) เป็นประสบการณ์ที่ต่างจากสภาพที่เป็นจริงมากที่สุด จะมีแต่ความเป็นนามธรรม เช่น การอธิบาย การบรรยายด้วยคำพูด หรือด้วยการเขียนโดยปราศจากรูปภาพ ผู้ฟังหรือผู้อ่านต้องจินตนาการเอาเอง การเขียนบรรยายโดยใช้สัญลักษณ์ก็จัดอยู่ในประสบการณ์นี้

นิคม ทาแดง (2526) แบ่งประเภทสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ตามการแบ่งประเภทสื่อการสอนของ Dale ที่ยึดลักษณะของประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้รับจากผลของการใช้สื่อนั้นเป็นเกณฑ์ได้เป็น 10 ประเภท ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเจตนารับเป็นสื่อของจริง ได้แก่ วัตถุ สถานการณ์หรือปรากฏการณ์จริงที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า เป็นสื่อที่จำเป็นต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เสนอปัญหา ขั้นการทดลองและรวบรวมข้อมูล

2. ประสบการณ์จากสถานการณ์จำลองและหุ่นจำลอง สื่อประเภทนี้สามารถเน้นประเด็นที่ต้องการหรือกำจัดส่วนเกินที่ไม่ต้องการจากของจริงได้ มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในกรณีที่ของจริงหายาก มีราคาแพง มีอันตรายมาก ฯลฯ

3. ประสบการณ์นาฏการ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการแสดงด้วยตนเองหรือชมการแสดง เป็นสถานการณ์จำลองที่ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และกระบวนการบางอย่างได้ดี

4. ประสบการณ์จากการทดลองสาธิต เป็นประสบการณ์ที่ได้จากสื่อ ซึ่งอาจจะเป็นสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์จริง เหมาะสำหรับการทดลองสาธิตให้ผู้เรียนสังเกตและรวบรวมข้อมูลพร้อมกันหลายคน

5. ประสบการณ์ทัศนศึกษา เป็นประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการเรียนการสอนที่เป็นวัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์จริง โดยการนำผู้เรียนไปยังแหล่งของสื่อ เหมาะสำหรับการนำเข้าสู่ปัญหา หรือสรุปบทเรียน

6. ประสบการณ์ที่ได้จากนิทรรศการคือ ให้ประสบการณ์ในลักษณะนี้อาจเป็นทั้งของจริงและสิ่งจำลองต่าง ๆ เหมาะสำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นสรุปบทเรียน

7. ประสบการณ์จากภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ เป็นประสบการณ์ที่ได้จากภาพและเสียงที่พยายามทำให้เหมือนกับประสบการณ์ตรงโดยเทคนิคการถ่ายทำ เหมาะสำหรับการเสนอเนื้อหา เสนอข้อมูล หรือสรุปบทเรียน

8. ประสบการณ์จากภาพนิ่ง วิทยุและการบันทึกเสียง ให้ประสบการณ์รายละเอียดในประเด็นที่ต้องการเน้นได้โดยเทคนิคการถ่ายภาพ การอัดขยายและการบันทึก ตัดต่อในกรณีที่เป็นเทปเสียง

9. ประสบการณ์จากสื่อทัศนสัญลักษณ์ ได้แก่ ภาพเขียน ภาพลายเส้น วัสดุกราฟิก

10. ประสบการณ์พจนสัญลักษณ์ ได้แก่ สัญลักษณ์ สูตร ภาษา ตำราต่าง ๆ เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพในการเสนอเนื้อหา มโนมติ หลักการ ทฤษฎี หรือกฎบางอย่างได้ดี

นอกจากนี้ สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ยังสามารถแบ่งตามลักษณะสื่อในกระแสความคิดของผู้เรียน (นิคม ทาแดง, 2526) ได้แก่

1. สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการกระทำ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจขึ้นได้ ได้แก่ สื่อของจริง สถานการณ์จำลอง หุ่นจำลอง นาฏการ การทดลองสาธิต และการศึกษานอกสถานที่

2. สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดภาพนึก ได้แก่ สื่อนิทรรศการ ภาพยนตร์ โทรทัศน์ ภาพนิ่ง วิทยุ และแผ่นเสียง

3. สื่อประเภทที่ก่อให้เกิดการคิดนึกเป็นสัญลักษณ์ ได้แก่ สื่อทัศนสัญลักษณ์และภาษา

ประคักดิ์ หอมสนิท (2531) ได้แบ่งประเภทสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 ประเภท โดยใช้ทรัพยากรการเรียนรู้เป็นเกณฑ์ตามการแบ่งสื่อการสอนของ Ely (1972) ดังนี้

1. สื่อบุคคล หมายถึง บุคคลทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้ควบคุมการทดลองและการปฏิบัติของผู้เรียน สื่อบุคคลนี้จะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2. สื่อสถานที่ คือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และสถานที่อื่นที่สามารถให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3. สื่อวัสดุ แบ่งย่อยเป็น 2 ประเภท คือ สื่อที่มีความสิ้นเปลืองในการ

ใช้ ได้แก่ สารเคมี สิ่งมีชีวิต และประเภทที่สามารถเก็บรักษาไว้ใช้ได้อีก ได้แก่ วัสดุ เครื่องใช้ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต สื่อสิ่งพิมพ์ และวัสดุทางด้านโสตทัศนวัสดุ

4. สื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นสื่อที่มีความคงทน และส่วนมากจะใช้กับสื่อวัสดุในการทดลอง เป็นหลอดแก้ว กล้องจุลทรรศน์ หุ่นจำลอง โสตทัศนูปกรณ์และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แสดงสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

5. สื่อวิธีการและกิจกรรม เป็นการดำเนินการเพื่อให้ผู้เรียน สามารถถ่ายทอดเนื้อหาและความคิดมโนทัศน์ต่าง ๆ ออกมาโดยจัดกิจกรรมเสริม เช่น ทัศนศึกษา จัดนิทรรศการการทดลองในรูปแบบสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ จะต้องให้สอดคล้องกับ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะมีเนื้อหาที่เป็นความรู้ หรือแบบแผนของธรรมชาติที่ได้ถูกค้นคว้าทดลอง และสะสมสืบต่อจากอดีตถึงปัจจุบันแล้ว กระบวนการในการแสวงหาความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก็เป็นสิ่งสำคัญส่วนหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย ในส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ของวิทยาศาสตร์นั้น การเลือกและการใช้สื่อการสอนจะต้องทำให้เกิดสภาพการณ์การเรียนการสอนที่เกิดจากการเลือกใช้สื่อในแต่ละบทเรียนให้ลำดับต่อเนื่องกัน มีความสัมพันธ์กัน โดยต้องทำให้ผู้เรียนเห็นส่วนที่เหมือนกันและในส่วนที่แตกต่างกันได้เป็นลำดับ สามารถเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายความรู้ (Net of Knowledge) หรือแผนเชื่อมโยงมโนทัศน์ (Conceptual Schemes) ซึ่งพร้อมที่จะเชื่อมโยงกับบทเรียนต่อ ๆ ไป ถ้าการใช้สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างเหมาะสมดังกล่าวแล้ว ความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติก็สะสมเป็นระบบที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน (นิคม ทาแดง, 2526)

การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ควรพิจารณาให้สอดคล้องกับ ขั้นตอนการสอนวิทยาศาสตร์ที่แบ่งลำดับขั้นออกเป็น 3 ขั้นตอนที่สำคัญ (นิคม ทาแดง, 2526) คือ

1. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหาและตั้งสมมติฐาน ในขั้นนี้สื่อการเรียนการสอนที่ใช้ต้องเป็นสื่อที่เสนอสถานการณ์ หรือปรากฏการณ์ที่เร้าความสนใจ หรือเป็นสื่อที่สร้างสถานการณ์ปัญหาโดยตรง ทำให้ผู้เรียนสังเกต รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหา และสื่อในขั้นนี้ต้องมีความต่อเนื่องเป็นระบบเดียวกันกับสื่อถ่ายทอดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวิธีการวิทยาศาสตร์

2. ขั้นทดลองและทดสอบสมมติฐาน สื่อการเรียนการสอนในขั้นนี้ผู้เรียนควรเป็นผู้เลือกออกแบบและใช้สื่อด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก ทั้งนี้เพราะถ้าการเลือกและการใช้ในข้อ 1 ของผู้สอนเป็นไปอย่างเหมาะสมแล้วก็สามารถเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเลือกและใช้สื่อประกอบกิจกรรมทดลองในขั้นนี้ ได้ตรงกับแผนการสอนของผู้สอนที่กำหนดไว้

3. ขั้นสรุปผลและการนำไปใช้ สื่อการเรียนการสอนในขั้นนี้ ควรเป็นประเภทถ่ายทอดเนื้อหา ซึ่งเป็นเนื้อหาประเด็นเดียวกับข้อสรุปของผู้เรียน แต่เป็นไปเพื่อขยายขอบเขตประสบการณ์ และมโนทัศน์ให้กว้างขวางออกไป อาจเป็นสื่อที่ขยายขอบเขตของปัญหา นำผู้เรียนสู่ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้น ซึ่งจะเป็นการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนการสอนในลำดับต่อไป

3. <u>สื่อการสอนกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์</u>

จากลักษณะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้หรือการสอนแบบค้นพบที่ประกอบด้วยขั้นตอนนำเข้าสู่บทเรียน อภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายสรุป ซึ่งเป็นการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์พร้อม ๆ ไปกับการเรียนด้านเนื้อหาวิชา ดังนั้น ลักษณะการใช้สื่อจะเป็นไปในรูปแบบของสื่อประสม ซึ่งประกอบด้วยทั้งสื่อบุคคล สื่อวัสดุ สื่ออุปกรณ์ สื่อกิจกรรม และสื่อสภาพแวดล้อม

3.1 สื่อบุคคล เป็นสื่อที่สำคัญมากโดยเป็นผู้ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นผู้อำนวยการทางด้านการทดลองและการปฏิบัติการของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ประศักดิ์ หอมสนิท, 2531) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ บทบาททางด้านการสอนของครูจะลดลง แต่ครูจะทำหน้าที่กระตุ้นและเร้าความสนใจให้นักเรียนต้องการค้นคว้าด้วยตนเอง กระตุ้นให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น ทั้งนี้ครูเป็นผู้วางแผนและจัดอำนวยการกิจกรรมการเรียนรู้ (Tisher et. al.,1972 อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531 และสมสุข ธิระพิจิตร, 2526) ดังนั้นทักษะและประสบการณ์ของครูมีส่วนช่วยอย่างมากที่จะทำให้การเรียนของนักเรียนประสบผลสำเร็จ

นอกจากสื่อบุคคลที่เป็นครูแล้ว ยังมีแหล่งวิทยาการในชุมชนประเภทบุคคล ซึ่งอาจเป็นครูอาจารย์ในสถานศึกษาต่าง ๆ ผู้เชี่ยวชาญในแขนงวิชาต่าง ๆ ผู้ประกอบการอาชีพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสามารถให้ความรู้ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องแก่ผู้เรียน (ศิริวรรณ ช้างสำลี , 2529 และ Thurber and Collette, 1966) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ด้วย

3.2 สื่อวัสดุ เป็นสิ่งช่วยสอนที่มีการผุพัง สิ้นเปลือง สื่อวัสดุที่ใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ชนิดที่มีการสิ้นเปลือง ได้แก่ สารเคมีต่าง ๆ สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง ฯลฯ สื่อวัสดุที่สามารถเก็บไว้ใช้ต่อไปได้แต่ก็มีการบุบสลายผุพังได้ ได้แก่ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ โสตทัศนวัสดุ ของตัวอย่าง ฯลฯ ในที่นี้จะกล่าวถึงแต่พอสังเขป ได้แก่

3.2.1 สิ่งพิมพ์ หมายถึงวัสดุพิมพ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้หรือดัดแปลงเป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ เช่น ตำราวิทยาศาสตร์ หนังสือพิมพ์รายวัน นิตยสาร เอกสารเผยแพร่จากหน่วยงานต่าง ๆ โปสเตอร์ แผนภูมิเผยแพร่กิจการทางวิทยาศาสตร์ สิ่งพิมพ์เหล่านี้มีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในขั้นนำเข้าสู่บทเรียน กิจกรรมการเรียนและการสรุปบทเรียน (นิคม ทาแดง, 2526)

3.2.2 โสตทัศนวัสดุ มีบางครั้งที่ครูไม่สามารถจัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงได้ เนื่องจากสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาอยู่ห่างไกลเกินไป หรือมีขนาดเล็กเกินไป หรือต้องใช้เวลานานเกินไป ดังนั้นครูต้องเลือกใช้สิ่งทดแทนของจริงหรือสภาพจริง เช่น ภาพถ่าย แผนภาพ ภาพยนตร์ วีดิทัศน์ สไลด์ ฟิล์มสตริป เป็นต้น แต่ไม่ได้หมายความว่า โสตทัศนวัสดุเหล่านี้จะไปเปลี่ยนวิธีการสอน หรือแทนที่ประสบการณ์ตรงอย่างสิ้นเชิง แต่ต้องจัดให้เข้าไปอยู่เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องเป็นลำดับอย่างสมเหตุสมผลในกระบวนการเรียนรู้ สื่อโสตทัศนวัสดุมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกันไป (Thurber and Collette, 1966)

ภาพยนตร์และวีดิทัศน์ สื่อชนิดนี้มีประโยชน์มากในการให้ประสบการณ์ใหม่แก่นักเรียน มีที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (Thurber and Collette, 1966) คือ

1. ใช้นำเสนอปัญหา เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. ใช้เสนอภาพรวมของบทเรียนทั้งหมด
3. ใช้เสริมประสบการณ์ตรงเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจให้นักเรียนหลังจากที่ได้ทำการทดลองหรือปฏิบัติการ
4. ใช้สรุปและทบทวน

ในสภาพการณ์ที่เป็นการปฏิบัติ ควรใช้ภาพยนตร์ที่มีความยาวไม่มาก และต้องให้นักเรียนทำกิจกรรมร่วมด้วย เป็นการอภิปรายก่อนหรือหลังการฉายภาพยนตร์หรือทำแบบทดสอบ หรือถ้าในภาพยนตร์เป็นการแสดงการทดลอง ก็อาจให้นักเรียนทำการทดลองตามอย่างและดูว่าผลการทดลองจะออกมาเหมือนกันหรือไม่ (Carpenter and Greenhill, 1956 quoted in Wilkinson, 1980 และ Thurber and Collette, 1966)

Tisher, Power และ Endean (1973)ให้ความเห็นว่า ภาพยนตร์ที่มีความยาว 25-30 นาที อาจไม่สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะว่าข้อมูลบางอย่างอาจถูกลืมอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีรายละเอียดมากเกินไป ดังนั้น ภาพยนตร์ที่มีความยาว 2-5 นาที ที่เน้นมโนทัศน์หรือกระบวนการเดียวจะสามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

การใช้ภาพยนตร์เพื่อการศึกษาในปัจจุบันมีน้อยมาก โดยทั่วไปจะเป็นภาพยนตร์ที่ได้จัดทำไว้แล้ว แทบจะไม่มีการสร้างภาพยนตร์ใหม่ ๆ ขึ้นเลย เหตุที่ไม่นิยมเพราะการฉายภาพยนตร์แต่ละครั้งเป็นเรื่องยุ่งยาก ห้องฉายต้องมืด โรงเรียนจึงเลิกใช้ภาพยนตร์และหันมาใช้วีดิทัศน์แทน ซึ่งสะดวกสบายในการใช้มากกว่า (เปรื่อง กุมุท และ วิริยะ วงศ์เลาหกุล, 2529)

สไลด์และฟิล์มสตริป เป็นสื่ออเนกประสงค์ที่ครูสามารถควบคุมให้นักเรียนดูภาพได้นานเท่าที่ต้องการและสามารถดูซ้ำได้สะดวก ใช้ศึกษาได้ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคล (สมาน งามสนิท, 2523) ปัจจุบันสามารถใช้ร่วมกับเทปเสียงยิ่งทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ข้อจำกัดของสไลด์และฟิล์มสตริปก็คือ ไม่สามารถตรึงความสนใจได้เหมือนภาพเคลื่อนไหว การใช้สไลด์และฟิล์มสตริปในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ใช้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจและเห็นภาพมโนทัศน์ที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งการปฏิบัติการ และเพื่อให้เห็นภาพหลังจากที่นักเรียนเข้าใจหลักการแล้ว ใช้ทบทวนและใช้สำหรับเสนอรายงาน (Washton, 1967)

แผนภูมิ แผนภาพ เป็นสื่อการสอนที่มีทั่วไปในโรงเรียน การใช้สื่อประเภทนี้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทำได้หลายวิธี เช่น ใช้นำเข้าสู่บทเรียน สร้างปัญหา

ให้นักเรียนค้นคว้า ใช้ประกอบการสาธิต การอภิปราย และใช้ทบทวน (Thurber and Collette, 1966)

แผ่นโปร่งใส เป็นสื่ออเนกประสงค์อีกประเภทหนึ่งที่สามารถใช้กับการเรียนการสอนที่เป็นกลุ่มใหญ่และใช้แทนกระดานดำได้ การผลิตแผ่นโปร่งใสทำได้หลายวิธี เช่น เขียน หรือวาด ใช้การถ่ายสำเนาด้วยความร้อน การถ่ายเอกสาร ฯลฯ และมีเทคนิคการนำเสนอได้หลายวิธี เช่น การซ้อนภาพ การทำภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น ทำให้แผ่นโปร่งใสเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย (Persial and Ellington, 1984)

3.3 สื่ออุปกรณ์ เป็นสื่อที่มีความคงทน ได้แก่ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้กับสื่อวัสดุการทดลองและปฏิบัติการ เช่น หลอดแก้ว ภาชนะแก้ว กล้องจุลทรรศน์ เครื่องมือที่ใช้ในการชั่ง ตวง วัด ฯลฯ หุ่นจำลอง และอุปกรณ์ทางด้านโสตทัศนูปกรณ์ที่ใช้ถ่ายทอดข้อมูลจากวัสดุ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายวีดิทัศน์ เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (ประศักดิ์ หอมสนิท, 2531)

สื่ออุปกรณ์ประเภทการทดลองและปฏิบัติการ เป็นสื่อที่มีความสำคัญมากต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้ดำเนินการพัฒนาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรมที่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ของห้องเรียนจริง ๆ โดยยึดหลักเกณฑ์ดังนี้ (ยุพา ตันติเจริญ, 2531)

1. ใช้ได้ผลสอดคล้องกับจุดมุ่งหมาย เช่น ถ้าการทดลองเป็นแบบคุณภาพวิเคราะห์ การออกแบบอุปกรณ์จะไม่คำนึงถึงความละเอียด หรือความแม่นยำของผลการทดลองมากนัก เพราะจะทำให้อุปกรณ์มีราคาแพงโดยไม่จำเป็น

2. ใช้ง่าย ไม่ซับซ้อน เห็นผลชัดเจน และปลอดภัย

3. สามารถผลิตได้ภายในประเทศโดยใช้วัสดุท้องถิ่นและใช้เทคโนโลยีในประเทศ

4. ใช้ได้หลายการทดลอง แต่ละชิ้นส่วนของอุปกรณ์สามารถนำไปประกอบใช้กับอุปกรณ์ชุดอื่นสำหรับทดลองเรื่องที่ต่างกันไป

5. จัดเป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองบ่อย ๆ ในการสอนตอนเดียวกัน จะจัดเป็นชุดเดียวกันเพื่อความประหยัด สะดวกในการใช้ และสะดวกในการเก็บ และบำรุงรักษา

6. ราคาเยา และมีความคงทนพอสมควร

นิคม ทาแดง (2526) ได้แบ่งชุดอุปกรณ์เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ชุดชิ้นส่วนประกอบเอง (Assembly Kit) มีชิ้นส่วนต่าง ๆ และภาพเหมือนของชิ้นส่วนและวิธีประกอบเป็นขั้นตอนอย่างละเอียด การใช้ทุกชิ้นส่วนประกอบเองเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ อาจใช้ได้ดีใน 2 ลักษณะคือ

1.1 ใช้กระตุ้นความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนก่อนจะเรียนเรื่องนั้น อาจนำชุดชิ้นส่วนประกอบเองมาให้ผู้เรียนประกอบ ทั้ง ๆ ที่ยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของชิ้นส่วน ความสำเร็จในการประกอบชิ้นส่วน จะกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและพร้อมที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทดลองต่อไป

1.2 ใช้เป็นภาคปฏิบัติเพื่อสรุปและสร้างความมั่นใจแก่นักเรียนในสิ่งที่เรียนมาแล้ว เช่น หลังจากเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของชิ้นส่วนอุปกรณ์ชนิดหนึ่งแล้ว ให้ผู้เรียนประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เอง เป็นการทบทวนและสรุปรวบยอด

2. ชุดชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงได้ (Changeable Kit) เป็นชุดอุปกรณ์ที่จัดเตรียมชิ้นส่วนต่าง ๆ ไว้เป็นชุด โดยมีโครงสร้างหลักไว้แล้ว มีชิ้นส่วนประกอบจำนวนมาก นักเรียนสามารถประกอบชิ้นส่วนลงบนโครงสร้างหลักตามความต้องการได้ ชุดชิ้นส่วนเปลี่ยนแปลงได้นี้ ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ดี โดยเฉพาะขั้นกิจกรรมที่ใช้ทักษะการปฏิบัติการ ใช้เป็นแหล่งสังเกต และรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน และเป็นเครื่องมือส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3. ชุดทดลอง (Experiment Kit) เป็นชุดอุปกรณ์ที่เตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้เป็นชุดเพื่อการทดลองหรือใช้งานอย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วนมากใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล ชุดทดลองประกอบด้วยส่วนที่เป็นคู่มือ ซึ่งอาจเป็นหนังสือ เทปเสียง วีดิทัศน์หรือภาพยนตร์ก็ได้ ที่แสดงวิธีประกอบ วิธีใช้ ส่วนที่เป็นภาพประกอบและส่วนที่เป็นวัสดุอุปกรณ์

นอกจากนี้ ครูหรือครูกับนักเรียนร่วมกันพัฒนาและสร้างอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้วัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น หรือจากวัสดุเหลือใช้ ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย (ยุพา ตันติเจริญ, 2531)

หุ่นจำลอง เป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประเภท 3 มิติที่เป็นตัวแทนของจริงที่ใช้แสดงลักษณะทางโครงสร้าง เช่น หุ่นจำลองตา หุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ และใช้แสดงลักษณะการเคลื่อนที่หรือระบบการทำงานต่าง ๆ เช่น หุ่นจำลองการไหลเวียนของโลหิต หุ่นจำลองเครื่องยนต์

หุ่นจำลองอาจแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (ชม ภูมิภาค, ม.ป.ป.) คือ

1. ชุดเพื่อศึกษาของจริง เช่น หุ่นจำลองแสดงส่วนต่าง ๆ ของโรงกลั่นน้ำมัน หุ่นจำลองโลก ชุดวงจรไฟฟ้า
2. หุ่นจำลองเลียนสถานการณ์จริง (mock-up) เป็นการสร้างสภาวะเลียนแบบสถานการณ์จริง
3. หุ่นจำลองแบบผ่า เพื่อให้เห็นภายใน เช่น ภายในเครื่องยนต์ เป็นต้น

หุ่นจำลองเหมาะที่จะใช้อธิบายโครงสร้างและการทำงานของสิ่งต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ และใช้เป็นประเด็นสำหรับการอภิปรายในชั้นเรียน

3.4 สื่อกิจกรรม เป็นสื่อที่เน้นการปฏิบัติหรือการกระทำและมีความหมายรวมถึงวิธีการด้วย การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหาคำตอบเพื่อนำสู่ข้อสรุป หลักการ กฎด้วยตนเอง ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ การจัดให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง นับว่ามีความสำคัญที่สุด สื่อกิจกรรมจึงเป็นสื่อประเภทที่สำคัญมากในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีผู้แบ่งประเภทสื่อกิจกรรมไว้ต่าง ๆ กันตามประสบการณ์และวิธีสอนไว้ดังนี้

นิคม ทาแดง (2526) ได้แบ่งประสบการณ์ตรง หรือสื่อกิจกรรมเป็น

1. การศึกษานอกสถานที่
2. การพบวิทยากรผู้มีความชำนาญเฉพาะด้าน
3. การใช้ประโยชน์จากแหล่งสื่อในชุมชน
4. การเข้าร่วมชมรมวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
5. การทดลอง

เอกสารสงวนลิขสิทธิ์

จักรา สุวานิโช (2529) ได้รวบรวมสื่อประเภทกิจกรรมไว้ดังนี้

1. การสาธิต
2. การแสดงนิทรรศการ
3. การศึกษานอกสถานที่
4. การเล่นเกม
5. ชุดการสอน
6. การสร้างสถานการณ์จำลอง
7. การสอนเป็นทีม
8. บทเรียนแบบโปรแกรม
9. การสอนแบบศูนย์การเรียน
10. การทดลอง
11. การแสดงละคร
12. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
13. การสอนแบบจุลภาค
14. การสอนด้วยระบบคอมพิวเตอร์

จะเห็นได้ว่า สื่อกิจกรรมมีมากมายหลายประเภท แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงสื่อกิจกรรมที่สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

3.4.1 การทดลอง วิทยาศาสตร์กับการทดลองเป็นของคู่กัน วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์เชิงทดลอง การสอนวิทยาศาสตร์จะต้องสอนให้มีความโน้มเอียงในทางการทดลองมากกว่าการบรรยายหรือการอ่านหนังสือ คือ เอาการทดลองเป็นศูนย์กลาง (Romey, 1968 อ้างถึงใน สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531) ดังนั้น ในการสอนวิทยาศาสตร์ ถ้าเรื่องใดสามารถที่จะให้นักเรียนทำการทดลองได้ ครูควรจัดให้มีการทดลอง โดยไม่เลี่ยงไปใช้วิธีอื่นแทน (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531)

การทดลองเป็นการสำรวจค้นหา สิ่งที่ไม่รู้มาก่อน ด้วยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ที่สุด การสำรวจค้นหาอาจจะเป็นการสำรวจค้นหามโนทัศน์ของสิ่งต่าง ๆ หลักการ กฎ ทฤษฎี วิธีการค้นหาอาจจะมีการตั้งสมมติฐานหรือไม่มีก็ได้ การค้นหาอาจจะมีการทดลองแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ หรือไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบก็

ได้ แต่การทดลองทุกประเภทต้องประกอบด้วยกิจกรรม 2 ขั้นตอนคือ กิจกรรมภาคออกแบบการทดลองกับกิจกรรมขั้นปฏิบัติการทดลอง

สมสุข ธีระพิจิตร (2526) แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. การทดลองแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error Experiment) เป็นวิธีทดลองที่ไม่มีหลักเกณฑ์อะไร แต่เมื่อบางปัญหาไม่สามารถทำการทดลองอย่างมีระบบได้ ก็ต้องใช้วิธีลองผิดลองถูกจนกว่าจะได้คำตอบออกมา

2. การทดลองแบบไม่มีการแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ (Non Controlled Experiment) การทดลองประเภทนี้มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว ทำการทดลองเพื่อหาคำตอบจากกลุ่มทดลองนี้ ลักษณะของการทดลองมีตั้งแต่การทดลองง่าย ๆ ไปจนถึงการทดลองที่มีแบบแผน

3. การทดลองแบบแบ่งกลุ่มเปรียบเทียบ (Controlled Experiment) การทดลองแบบนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม หรือหลาย ๆ กลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบหรือตรวจสอบซึ่งกันและกัน โดยแต่ละกลุ่มมีคุณสมบัติ และสิ่งแวดล้อมเหมือนกันทุกประการจนถือได้ว่าไม่มีอะไรแตกต่างกัน กลุ่มหนึ่งเรียกว่ากลุ่มควบคุม (Controlled Group) ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีไว้สำหรับเปรียบเทียบกับอีกกลุ่มหนึ่ง โดยผู้ทดลองจะต้องควบคุมให้อยู่ในสภาวะปกติทุกประการ ส่วนกลุ่มอื่น ๆ เรียกว่ากลุ่มทดลอง (Experimental Group) เป็นกลุ่มที่จัดให้เหมือนกับกลุ่มควบคุมทุกประการต่างกันที่เราใส่ตัวแปรที่ต้องการดูผลเข้าไปเท่านั้น

สุวัฒก์ นิยมค้า (2531) แบ่งประเภทการทดลองออกเป็น 3 ประเภท ตามปริมาณการแนะแนวของครู ดังนี้

1. การทดลองเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการทดลองเพื่อสำรวจค้นหาสิ่งที่ยังไม่รู้มาก่อนแบบนักวิทยาศาสตร์ เริ่มต้นจากการตั้งปัญหา ซึ่งอาจจะเป็นครูตั้งให้หรือนักเรียนเป็นผู้ตั้งก็ตาม จากนั้นก็เป็นความรับผิดชอบของนักเรียนที่จะหาแนวทางแก้ปัญหา ทำการแก้ปัญหา รวบรวมข้อมูล และสรุปผลที่ได้จากข้อมูลซึ่งจะเป็นคำตอบของปัญหาเองทั้งสิ้น การทดลองในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดสูงสุด มีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มากที่สุด เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงที่สุด แต่ก็เป็นการสอนที่ทำได้ยากที่สุดเช่นกัน

2. การทดลองเชิงฝึกหัด การทดลองแบบนี้เป็นการทดลองแบบฝึกทำตามแบบที่ครูหรือตำราได้บอกและอธิบายวิธีทำไว้แล้ว นักเรียนเป็นแต่เพียงผู้ปฏิบัติทดลองตามขั้นตอนต่าง ๆ และตามคำอธิบายในแต่ละขั้นตอน ในที่สุดก็จะพบคำตอบตามที่ครูหรือตำราได้บอกไว้ จุดหมายปลายทางของการทดลองลักษณะนี้เป็นแต่เพียงการทดลองยืนยันสิ่งที่รู้มาแล้วเท่านั้น มันมีประโยชน์เหมือนกัน แต่มันมีค่าน้อยในเชิงการพัฒนาทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์

3. การทดลองแบบจำกัดการแนะแนวทาง การทดลองแบบนี้เป็นทางสายกลางที่อยู่ระหว่าง การทดลองเชิงวิทยาศาสตร์ กับการทดลองเชิงฝึกหัด บทบาทการคิดและทำยังอยู่ที่นักเรียน ส่วนครูจะอยู่ในฐานะที่ปรึกษา การให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

ขั้นตอนของกิจกรรมการทดลอง แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและสังเกต
4. ขั้นสรุปผลการทดลอง

ยงสุข รัศมิมาศ (2524) เสนอแนะว่า กิจกรรมการทดลองควรมีลักษณะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดต่อหรือทำการค้นคว้าต่อไปจนจบ ซึ่งเรียกว่า การทดลองปลายเปิด (Open-ended Experiment) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการทดลองเป็นคำถามที่กว้าง ๆ นักเรียนสามารถเลือกวิธีที่จะใช้หาคำตอบได้เอง

2. นักเรียนไม่ทราบคำตอบหรือผลลัพธ์ล่วงหน้าก่อนการทดลอง

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความคิดมากกว่าเดิม ในการอ่าน และแปลความหมายวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา เพื่อให้ได้คำตอบหลาย ๆ แง่

4. ในบางบทเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองควรไม่เหมือนกัน โดยให้ต่างคนต่างทำการทดลองด้วยเครื่องมือคนละชนิดหรือคนละขนาด แต่ผลการทดลองที่ได้จากนักเรียนทุกคน จะกลายเป็นข้อมูลของนักเรียนทั้งห้อง

5. การทดลองบางอันสามารถกระตุ้นให้เกิดความคิดริเริ่มในตัวนักเรียน ซึ่งอาจทำให้นักเรียนนำไปค้นคว้าต่อที่บ้าน

6. บางการทดลองเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เห็นว่า การทดลองอันเดียวอาจให้คำตอบได้หลายอย่าง หรือคำถามอันใดอันหนึ่งอาจจะทำการทดลองเพื่อตอบคำถามได้หลายอย่าง อยู่ที่การมองปัญหาของแต่ละคน

ในการทดลองนั้น ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองด้วยตนเองแต่ผู้เดียวให้มากที่สุด เพื่อให้นักเรียนมีโอกาสทำการทดลองซ้ำได้หลายครั้งตามความพอใจ ช่วยให้พัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงทักษะการใช้อุปกรณ์อีกด้วย (Vrana, 1969) แต่ถ้าให้ทดลองเดี่ยวหรือทำตามลำพังไม่ได้เพราะอุปกรณ์ไม่เพียงพอก็ควรแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก ๆ (จำนง พรายแย้มแข, 2514) การให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 3-4 คน ทำให้เกิดผลดีคือ นักเรียนจะได้ช่วยกันติดตั้งเครื่องมือ ช่วยกันสังเกต บันทึกผล และอภิปรายผลการทดลอง เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นระหว่างการทดลองจะได้ช่วยกันแก้ปัญหา (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2517) นับว่าเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม

จากการวิจัยของอุษณีย์ วิเศษพานิช (2525) พบว่าจำนวนนักเรียนในกลุ่มการทดลองมากเกินไป จะมีผลทำให้คะแนนทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลง วิธีที่ดีสำหรับการแบ่งกลุ่มทดลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรเป็นกลุ่มละ 2 คน และไม่เกิน 4 คน ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 การแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 หรือ 6 คน ไม่ทำให้ความสามารถด้านทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของนักเรียนแตกต่างกัน

3.4.2 การสาธิต การสอนโดยผ่านการทดลอง แม้จะตรงกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ที่สุด แต่ในบางสถานการณ์อาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนด้วยการปฏิบัติการทดลอง เพราะอาจเป็นอันตราย หรือเป็นการทดลองที่ซับซ้อนต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพง วิธีสอนที่อาจใช้แทนกันได้ก็คือ การสอนสาธิต

การสาธิต หมายถึง การแสดงให้ดูเป็นตัวอย่างในสิ่งที่คนดูยังไม่รู้ การสาธิตอาจจะเป็นการแสดงการใช้เครื่องมือ การประกอบเครื่องมือ การใช้เทคนิควิธีต่าง ๆ กระบวนการทำงาน รวมทั้งการทดลองยืนยันในสิ่งที่คนอื่นค้นพบมาแล้ว (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531)

Sund และ Trowbridge (1967) แบ่งวิธีการสาธิตเป็น 6 แบบ คือ

1. ครูสาธิต (Teacher Demonstration) เป็นวิธีที่สะดวกที่สุด เพราะสามารถควบคุมระเบียบในชั้นเรียนได้ดี และนำเข้าสู่บทเรียนได้ง่าย ครูเป็นผู้เตรียมและแสดงคนเดียว

2. ครู นักเรียนร่วมกันสาธิต (Teacher-Student Demonstration) เป็นการสาธิตที่ครูและนักเรียนร่วมกันกระทำ ให้นักเรียนปฏิบัติเองอาจเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หรือเป็นคนเดียว การสาธิตแบบนี้ดีในแง่การที่นักเรียนได้ปฏิบัติเองและมีส่วนร่วมในกลุ่ม

3. นักเรียนเป็นกลุ่มสาธิต (Student Group Demonstration) เป็นวิธีการที่ครูมอบให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งทำการสาธิตแทนครู โดยครูเป็นเพียงพี่เลี้ยง การสาธิตนี้จะให้ผลดีก็ต่อเมื่อนักเรียนให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง ควรใช้ในบางโอกาสหรือเป็นการเปลี่ยนบรรยากาศเท่านั้น

4. นักเรียนคนเดียวสาธิต (Individual Demonstration) เป็นวิธีการที่ครูมอบให้นักเรียนคนหนึ่งคนใดเป็นผู้ทำการสาธิตแทนครู ครูทำหน้าที่เป็นพี่เลี้ยง ควรได้เด็กเก่งจริง ๆ เป็นผู้ที่เพื่อนชอบจริงจะเกิดศรัทธาสำหรับผู้ดู

5. วิทยากรสาธิต (Guest Demonstration) เป็นวิธีที่ให้วิทยากรรับเชิญที่มีความชำนาญมาสาธิต เช่น อาจารย์จากมหาวิทยาลัย นักวิทยาศาสตร์ นักวิชาการจากภาคอุตสาหกรรม วิธีนี้เป็นผลดีที่นักเรียนจะรู้สึกตื่นเต้น เพราะได้รับความรู้ใหม่และได้เปลี่ยนบรรยากาศ

6. การสาธิตเงียบ (Silent Demonstration) เป็นการสาธิตของครูที่เป็นขั้นตอนอย่างมีระเบียบ นักเรียนเป็นผู้ใช้ความสามารถในการสังเกต การบันทึกข้อมูล และการตีความหมายข้อมูล โดยครูจะไม่แนะอะไรให้เลย การสาธิตแบบนี้จะเป็นประโยชน์ในแง่ที่ นักเรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การใช้การสาธิตในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทำได้หลายวิธี (Thurber and Collette, 1966) ได้แก่

1. เพื่อสร้างสถานการณ์นำไปสู่การกำหนดปัญหาในการเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนการสอน การสอนแบบสาธิตนี้จะสามารถใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการอภิปรายล่วงหน้า แต่ผลของการสาธิตจะทำให้มีปัญหาที่น่าสนใจเกิดขึ้น

2. เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นจุดสำคัญที่ต้องการเน้นให้ผู้เรียนทราบ

3. เพื่อเป็นการแก้ปัญหาระหว่างการเรียน บางครั้งอาจมีปัญหาที่นักเรียนสงสัยซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่เรียน ครูอาจใช้การสาธิตตอบข้อสงสัยของนักเรียนได้

4. หลังจากผู้เรียนได้ฟังการบรรยายในเนื้อหาแล้ว หากผู้เรียนได้ทำการสาธิตหรือได้ทดลองปฏิบัติการบางอย่างที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการบรรยาย จะทำให้เขาเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดียิ่งขึ้น

5. ใช้เป็นจุดสำคัญของกิจกรรม การแสดงการสาธิตที่มีลักษณะที่น่าตื่นเต้นจะเป็นวิธีการที่ดีอย่างหนึ่งของการจบบทเรียนบทนั้น

สุวัฒก์ นิยมค้า (2517) เสนอแนะการสาธิตที่ผู้สาธิตตั้งคำถามให้ผู้ดูคาดคะเนคำตอบเสียก่อนแล้วทำการสาธิตเป็นการแสดงให้นักเรียนดูและคิดตามตลอดเวลา นักเรียนได้ใช้การคิดหาเหตุผลแบบอุปมานตลอดเวลา เกิดความสนใจใคร่รู้และได้คำตอบแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสาธิตแบบนี้ เรียกว่า การสาธิตแบบอุปมาน (Inductive Demonstration)

ข้อดีของการสาธิต (Thurber and Collette, 1966)

1. การสาธิตนำแนวความคิดของนักเรียนให้ไปในทิศทางเดียวกัน

2. การสอนแบบสาธิตเป็นการประหยัด โดยเฉพาะการทดลองที่ต้องใช้วัสดุที่มีคุณภาพดี ราคาแพง

3. การสาธิตทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่อาจเป็นอันตรายต่อนักเรียน

4. ประหยัดเวลาและกำลังงานของครู และทุ่นเวลาในชั้นเรียน

ข้อจำกัดของการสาธิต (สมสุข ธีระพิจิตร, 2526)

1. ปัญหาสำคัญของการสอนแบบสาธิตคือ การที่นักเรียนมองเห็นได้ไม่ทั่วถึงทั้งชั้นเรียน หรือไม่อาจสังเกตได้ชัดเจนตามที่ต้องการ

2. วิธีสอนแบบสาธิตมักจะเปิดโอกาสให้นักเรียนอย่างมาก 2-3 คนเท่านั้นที่จะมีโอกาสร่วมกิจกรรมได้ การสอนแบบสาธิตก็เป็นการสอนที่ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความคุ้นเคยกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอน

3. ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ส่วนมาก ไม่สามารถรวบรวมได้เพียงอาศัยการมองเห็นและการฟังเท่านั้น

4. ถ้านักเรียนในชั้นเรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก จะทำให้นักเรียนบางคนไม่เกิดการเรียนรู้จากการสาธิต

5. ในกรณีที่ครูเป็นผู้ดำเนินการสาธิตด้วยตนเอง ครูจะไม่มีโอกาสสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ดังนั้นครูจะไม่ทราบว่า นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่ครูต้องการหรือไม่

3.4.3 การบรรยาย เป็นการสอนที่ครูเป็นฝ่ายเสนอเรื่องราวให้ทราบทั้งหมด นักเรียนเป็นฝ่ายรับฟังและคอยจดตาม การสอนแบบนี้ยึดครูเป็นศูนย์กลาง การสอนแบบบรรยายมีข้อเสียหลายประการโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่ของการมีประสบการณ์ตรง การคิดหาเหตุผล ทักษะและความคิดสร้างสรรค์ การสอนแบบบรรยายจึงควรนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นส่วนประกอบหรือส่วนเสริมเท่านั้น

การสอนแบบบรรยายควรนำมาใช้กับการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่อไปนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน ครูอาจใช้เล่าประสบการณ์เดิมเชื่อมโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่ หรือครูอาจใช้ทบทวนความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วเพื่อโยงเข้าสู่บทเรียนใหม่

2. การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูใช้การบรรยายในการแนะนำวัสดุอุปกรณ์หรือให้ความรู้เพิ่มเติมในบางเรื่องเพื่อเป็นพื้นฐานในการทดลอง

3. ขณะทำการทดลอง ครูอาจอธิบายการประกอบเครื่องมือ การติดตั้งเครื่องมือ การใช้และการอ่านเครื่องมือเพิ่มเติม ในขณะที่ครูเดินดูกลุ่มต่าง ๆ ทำการทดลอง

4. การอภิปรายหลังการทดลอง หลังจากอภิปรายผลการทดลองแล้ว ครูอาจบรรยายสรุปผลการทดลอง หรือเล่าข้อผิดพลาดที่พบในขณะนักเรียนทำการทดลองให้ทั้งชั้นฟัง

5. การเสริมความรู้ความเข้าใจและนำไปใช้ ครูอาจขยายความรู้หรือให้ความรู้เพิ่มเติมจากผลการทดลอง การสาธิต หรือการค้นคว้าของนักเรียน เพราะความรู้ที่ได้มาอาจจะแคบ การเพิ่มเติมจะทำให้ความรู้นั้นสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531)

3.4.4 การอภิปราย คือลักษณะการสอนที่ผู้เรียนได้มีส่วนในการคิด พิจารณา วิเคราะห์ วิจารณ์ สิ่งที่เรียนนั้นแล้วเสนอสิ่งที่พิจารณานั้นต่อผู้สอนหรือผู้เรียนด้วยกันเอง แล้วผู้สอนหรือผู้เรียนก็ช่วยกันให้ข้อคิดเห็นเพิ่มเติมแลกเปลี่ยนกัน

หลักสำคัญของการอภิปรายอยู่ที่การเสนอความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นทราบ แล้วผู้อื่นก็แสดงความคิดเห็นต่อความเห็นที่เสนอไปแล้วอีกทอดหนึ่ง (ไพฑูรย์ สินลารัตน์, 2524) การสอนแบบอภิปราย เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสแสดงความคิดเห็นมีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นการพัฒนาสติปัญญาของแต่ละคน

การอภิปรายถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการค้นหาคำตอบของปัญหาที่ยังไม่รู้ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการอภิปรายเพื่อให้นักเรียนช่วยกันแก้ปัญหา เช่น อภิปรายปัญหาและขอบเขตของปัญหา อภิปรายการตั้งสมมติฐาน อภิปรายวิธีการทดลอง และอภิปรายผลการทดลอง เป็นต้น (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2517)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519) ได้ชี้แจงในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ว่า หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ที่เขียนขึ้นนั้นเป็นแบบนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหา และเสนอแนะการทดลอง พร้อมทั้งให้แนวคำตอบประกอบการนำอภิปรายของครูมีผลมากต่อการจูงใจให้นักเรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง และหลังนักเรียนทำการทดลองแล้ว ขั้นตอนที่สำคัญคือ อภิปรายหลังการทดลอง ในตอนนี้ครูต้องนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อจะนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวความคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

Thurber และ Collette (1966) ได้เสนอการใช้การอภิปรายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เมื่อจะเริ่มต้นบทเรียน ผู้สอนอาจใช้วิธีการอภิปรายเพื่อให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียนนั้น ๆ โดยการยกปัญหาหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนขึ้นมาถามนักเรียน

2. การอภิปรายผลการทดลอง หลังจากที่นักเรียนได้รับประสบการณ์โดยผ่านการทำการทดลองแล้ว ก็สามารถนำผลการทดลองมาอภิปรายเปรียบเทียบ ผลการทดลองซึ่งกันและกัน

3. การอภิปรายสรุปและทบทวน ในขั้นนี้ครูดำเนินการเพื่อหาข้อสรุป โดยใช้เทคนิคการถาม-ตอบ หรืออาจให้นักเรียนอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป

3.4.5 เกม สถานการณ์จำลอง เกมสถานการณ์จำลอง

เกมเป็นสื่อกิจกรรมที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนเกี่ยวกับเนื้อหาและเพื่อพัฒนาโนทัศน์ให้กับนักเรียน (Tisher, Power และ Endean, 1973)

เกม คือกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสนุกสนานซึ่งมีการแข่งขันอย่างมีจุดมุ่งหมายและกฎเกณฑ์ ดังนั้นส่วนประกอบสำคัญของเกมก็คือ ผู้เล่น จุดมุ่งหมาย และกฎเกณฑ์

สถานการณ์จำลอง คือการนำเอาสถานการณ์จริงมาจัดใหม่ แต่พยายามให้มีสภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด แล้วให้นักเรียนอยู่ในสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงาน การจัดสถานการณ์จำลองให้นักเรียนนี้ จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกการแก้ปัญหา การควบคุมสถานการณ์ การตัดสินใจ ตลอดจนการทำงานเป็นกลุ่มภายใต้สภาพแวดล้อมสมจริง

เกมสถานการณ์จำลอง คือการประยุกต์การสอนแบบเกมและแบบสถานการณ์จำลองมาผสมผสานกัน โดยครูจำลองสถานการณ์จริงมาไว้ในห้องเรียน และกำหนดกติกา กฎ หรือเงื่อนไขสำหรับเกมนั้น แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ เข้าไปแข่งขันหรือเล่นในสถานการณ์จำลองนั้น นักเรียนจะเผชิญกับปัญหา และแข่งขันกับฝ่ายตรงกันข้าม มีการตัดสินใจของกลุ่มเพื่อเอาชนะกัน (สิริวรรณ ศรีพหล และ พันทิพา อุทัยสุข, 2526)

การนำเกมมาใช้ในการเรียนการสอน อาจทำได้หลายวิธี เช่น ใช้เป็นวิธีสอน ใช้นำเข้าสู่บทเรียน ใช้เป็นอุปกรณ์การสอน เป็นต้น (พเยาว์ ยินดีสุข, 2523)

ลำดับขั้นตอนการสอนโดยใช้เกม (รังสฤษฎ์ แม้นมินทร์, 2533)

1. ขั้นนำ ครูนำเข้าสู่บทเรียน เช่น ทบทวนบทเรียนเดิมด้วยการซักถาม หรือใช้สื่อการสอนประกอบการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจติดตามบทเรียนใหม่

2. ขั้นกิจกรรม ครูอธิบายวิธีการเล่นเกม ข้อตกลงและกติกา การเล่นเกมให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่นักเรียนจะลงมือปฏิบัติ ต่อจากนั้นนักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามที่กำหนด

3. ขั้นอภิปราย ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย มีครูเป็นผู้นำอภิปราย โดยทำการวิเคราะห์กิจกรรมที่ได้ปฏิบัติไปแล้ว ถามคำถามเพื่อให้นักเรียนช่วยกันเสนอความคิดเห็น นอกจากนี้ยังฝึกให้นักเรียนรู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น การตอบโต้แย้งและตัดสินใจอย่างมีหลักการและเหตุผล

4. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนรายงานความรู้ที่ได้จากขั้นกิจกรรม และขั้นอภิปรายแล้วนำมาสรุป ให้ได้สาระสำคัญตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

5. ขั้นประเมินผล ครูเป็นผู้ประเมินผลพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการสังเกต การตั้งคำถาม การให้นักเรียนทำแบบประเมินผลหลังเรียนตลอดจนทำแบบฝึกหัด เป็นต้น

จากงานวิจัยที่ศึกษาพบว่า การสอนด้วยวิธีสอนที่ใช้เกมส่วนใหญ่ให้ผลทางด้านผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกับการสอนด้วยวิธีอื่น แต่การใช้เกมทำให้นักเรียนสนุกสนาน และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนตลอดจนความคงทนของการเรียนรู้ (พเยาว์ ยินดีสุข, 2523 และ ทัศนีย์ สุวรรณพงษ์, 2528) และเหมาะที่จะใช้ในการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (สุจินต์ เลี้ยงจรูญรัตน์, 2521)

3.4.6 การศึกษานอกสถานที่ เป็นประสบการณ์ตรงโดยการนำนักเรียนออกจากสถานที่ซึ่งนักเรียนมีความจำเจ เช่น ห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติงาน ไปสู่สถานการณ์จริงตามธรรมชาติ และตามแหล่งผลิต และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งวิทยาการชุมชนประเภทสถานที่ การศึกษานอกสถานที่ใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนในขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน การรายงานข้อมูล และการสรุปบทเรียน (นิคม ทาแดง, 2526)

การศึกษานอกสถานที่บางครั้งอาจถือว่าเป็นการปฏิบัติการได้ หากจัดให้นักเรียนเก็บรวบรวมข้อมูล สังเกต ประเมินผล และจัดกระทำข้อมูล (Washton, 1967)

3.4.7 โครงงานวิทยาศาสตร์ เป็นการสอนแบบโครงการ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเองโดยยึดหลักที่ว่า การเรียนรู้ที่ดีนั้นเกิดขึ้นจากการกระทำโดยผู้เรียนเอง กิจกรรมการสอนแบบนี้ อาจใช้สำหรับผู้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้

การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ เน้นความสำคัญอยู่ที่นักเรียนหรือกลุ่มนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนจะเป็นผู้เลือกและกำหนดงานหรือโครงงานที่จะปฏิบัติด้วยตนเอง โดยโครงงานนั้น เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่กำลังศึกษาอยู่หรือที่เรียนไปแล้ว เพื่อเป็นการเพิ่มพูนประสบการณ์การหรือการดำเนินงาน นักเรียนจะวางแผนปฏิบัติงานด้วยตนเอง ดำเนินงานโครงงานตามแผนที่วางไว้ รวมทั้งการประเมินผลงานที่ตนเองปฏิบัติอีกด้วย แต่มิได้หมายความว่าครูจะไม่มีความสำคัญอะไรเลย ครูต้องมีหน้าที่และบทบาทในการให้คำแนะนำ ชี้แนะสิ่งที่จะมีประโยชน์ต่อโครงงานของนักเรียน คอยช่วยเหลือนักเรียนถ้ามีปัญหาเกิดขึ้น (สิริวรรณ ศรีพหล และ พันทิพา อุทัยสุข, 2526)

ขั้นตอนการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ (สิริวรรณ ศรีพหล และ พันทิพา อุทัยสุข, 2526 และ เบญจพร ศรีสุวรมาศ, 2531)

1. ขั้นคัดและเลือกหัวข้อโครงงานวิทยาศาสตร์ อาจทำได้โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงสิ่งรอบตัวที่นักเรียนสนใจ แต่ละเรื่องที่นักเรียนนำมาอภิปรายพบปัญหาและข้อสงสัยอะไรบ้าง แล้วช่วยกันปรับเป็นหัวข้อของโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยครูเป็นผู้ช่วยแนะนำ

2. ขั้นวางแผนโครงงานวิทยาศาสตร์ ครูให้นักเรียนวางแผนกันเอง โดยครูเป็นผู้ให้แนะนำ ขั้นนี้เป็นการฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง

3. ขั้นดำเนินการ นักเรียนลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนตามแผนที่กำหนดไว้ ในขั้นนี้ครูอาจคอยช่วยเหลือถ้ามีปัญหาเกิดขึ้น แต่ไม่ควรเข้าไปควบคุม

4. ขั้นประเมินผล นักเรียนทำการประเมินผลว่าโครงงานที่ทำนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

ข้อดีของการสอนแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ (สิริวรรณ ศรีพหล และ พันทิพา, 2526 และ ปัญญา อุทัยพัฒน์ และ อรรถศิษฏ์ สมรรถการอักษรกิจ, 2526)

1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ส่งเสริมนักเรียนให้มีความคิดสร้างสรรค์
4. ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน
5. ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม

ส่วนข้อจำกัดก็คือ การทำโครงงานต้องใช้เวลาและทรัพยากร และถ้าครูมีข้อจำกัดเช่น ไม่มีความรู้ในโครงงานที่นักเรียนทำอย่างเพียงพอย่อมไม่สามารถให้คำแนะนำนักเรียนได้เมื่อต้องการความช่วยเหลือ หรือครูใจร้อนไม่สามารถอดทนให้นักเรียนทำโครงงานด้วยตนเองก็อาจลงมือทำเสียเอง ก็จะทำให้ผิดวัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน (สิริวรรณ ศรีพหล และ พันทิพา อุทัยสุข, 2526)

3.5 สื่อสภาพแวดล้อม สื่อสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สภาพแวดล้อมที่จัดขึ้นเพื่อเอื้ออำนวยต่อวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สื่อสภาพแวดล้อม ที่หมายถึงสถานที่นั้น ได้แก่ อาคารเรียน ศูนย์สื่อการศึกษา ห้องสมุด ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสภาพแวดล้อมของสถานที่นั้น ได้แก่ แสง อุณหภูมิ เสียง เป็นต้น (Association for Educational Communications and Technology, 1977)

การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการจะส่งเสริมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพราะห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่อันแท้จริงของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจถึงเค้าโครงของวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ (Perez, 1982)

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปมี 2 แบบ (ปัญญา อุทัยพัฒน์, 2524) คือ

1. ห้องปฏิบัติการแบบเฉพาะวิชา (Uni-purposed Laboratory) เป็นห้องปฏิบัติการที่ใช้สำหรับวิชาเดียวโดยเฉพาะ เช่น ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา จะแยกเป็นอิสระ มีอุปกรณ์และครุภัณฑ์รวมทั้งอาจารย์ควบคุมแยกไปตามสาขาวิชา

2. ห้องปฏิติการเอนกประสงค์ (Multi-purposed Laboratory) เป็นห้องปฏิบัติการที่ใช้ได้ทุกสาขาวิชา และยังใช้ได้ในกิจกรรมอื่น ๆ อีกด้วย ห้องปฏิบัติการแบบนี้ประหยัดและสะดวก

Angchantrapenya et al. (1971)เสนอแนะว่าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงแบบเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ให้สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย และการแบ่งห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ออกไปตามเนื้อหาวิชา เช่น ห้องปฏิบัติการเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ควรมีที่เตรียมการทดลอง และบริเวณที่เก็บเครื่องมืออย่างเพียงพอ

การจัดห้องปฏิบัติการควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ (ธงชัย ชิวปรีชาและคณะ, 2526)

1. ขนาดและตำแหน่งของห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องปฏิบัติการขึ้นกับจำนวนนักเรียนที่จะเข้าทำการทดลองแต่ละครั้ง ถ้ามีนักเรียนใช้ห้องปฏิบัติการครั้งละ 30 คน ห้องปฏิบัติการควรมีพื้นที่ประมาณ 120-150 ตารางเมตร ถ้าห้องปฏิบัติการมีขนาดคับแคบเกินไปจะทำให้ความสนใจในการเรียนของนักเรียนลดลง อีกทั้งยังทำให้เกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ได้ง่ายอีกด้วย ห้องปฏิบัติการนั้นควรให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่อับทึบ และไม่ถูกแสงแดดโดยตรงโดยเฉพาะในตอนบ่าย เพราะความร้อนจากแสงแดดอาจทำให้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีเสื่อมสภาพได้ ห้องปฏิบัติการควรอยู่ในอาคารเดียวกัน เพื่อสะดวกในการดูแลรักษาและลำเลียงวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

2. ส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ควรมีบริเวณต่าง ๆ ให้นักเรียนทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้ บริเวณสำหรับฟังคำบรรยายและสาธิตการทดลอง บริเวณสำหรับการศึกษาค้นคว้าจากตำรา บริเวณสำหรับให้นักเรียนทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล บริเวณสำหรับจัดนิทรรศการและผนังติดภาพต่าง ๆ บริเวณที่จัดให้นักเรียนทดลองตามความสนใจพิเศษ บริเวณสำหรับใช้เครื่องโสตทัศนอุปกรณ์ เช่น เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ สไลด์ ฟิล์มสตริป ห้องมืด ห้องทำงานครู บริเวณสำหรับเตรียมการทดลอง แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า น้ำและก๊าซเชื้อเพลิง บริเวณทดลองเกี่ยวกับพืชและสัตว์

3. ครุภัณฑ์ประกอบห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ครุภัณฑ์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ เช่น โต๊ะสาธิตการทดลอง โต๊ะและเก้าอี้สำหรับนักเรียนทำการทดลอง ตู้หรือชั้นสำหรับใส่อุปกรณ์และสารเคมี กระดานชอล์กและป้ายนิเทศ อ่างน้ำ รถเข็น เป็นต้น

4. วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องมือสำเร็จรูป เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้ได้เลย เช่น เครื่องชั่ง และกล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น เครื่องมือที่ต้องนำมาใช้ประกอบกัน เช่น ในการเตรียมก๊าซไฮโดรเจนจะต้องใช้หลอดทดลอง กระบอกตวง ฯลฯ เป็นต้น วัสดุอื่น ๆ ได้แก่ สารเคมี วัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ

นอกจากห้องปฏิบัติการซึ่งมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมีแหล่งวิชาการอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอน ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ(2526) ได้เสนอให้โรงเรียนจัดแหล่งวิชาการต่าง ๆ สำหรับนักเรียน ให้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ได้แก่ ห้องสมุด ห้องโสตทัศนศึกษา ห้องค้นคว้า พิพิธภัณฑ์โรงเรียน เป็นต้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ห้องสมุดจึงเป็นอีกแหล่ง

หนึ่งที่ส่งเสริมการเรียนด้วยตนเอง ปัจจุบันห้องสมุดนอกจากจะเป็นที่รวมของเอกสาร หนังสือ วารสาร ยังเป็นแหล่งรวมวัสดุเพื่อการศึกษา ได้แก่ วิดิทัศน์ สไลด์ ภาพยนตร์ เทปเสียง เป็นต้น ครูวิทยาศาสตร์จึงสามารถนำห้องสมุดเข้ามาร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าในห้องสมุดด้วย (สายหยุด จำปาทอง, 2526)

4. สภาพและปัญหาของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์

สภาพและปัญหาสื่อและการใช้สื่อในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จากการศึกษาวิจัยต่าง ๆ พบว่า สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนมีคุณภาพต่ำ เสื่อมสภาพเร็ว และชำรุดง่าย สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอ ขาดแคลนหนังสือและวารสารสำหรับใช้ประกอบบทเรียน (วรรณวิไล พูลสวัสดิ์, 2523, อุบล เลี้ยววาริณ, 2524, บุญส่ง อุดมระติ, 2525, เจือจันทร์ โคตรอาษา, 2527 และจิตรา เมฆะ, 2529) ครูส่วนใหญ่ใช้สื่อประเภทโสตทัศนวัสดุและโสตทัศนอุปกรณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์น้อยมากและใช้เป็นบางครั้งเท่านั้น (Soydhurum, in press) ครูใช้สไลด์ แผ่นโปร่งใส เทปบันทึกเสียง ภาพยนตร์ หุ่นจำลอง และหนังสืออ่านประกอบอยู่ในระดับน้อย วิธีสอนคือผู้สอนนำอภิปราย ผู้สอนสาธิต และผู้เรียนทดลองเป็นกลุ่ม ใช้ปฏิบัติอยู่ในระดับมาก ส่วนวิธีสอนที่นักเรียนนำอภิปราย สาธิต และทดลองเป็นรายบุคคล ใช้ปฏิบัติในระดับน้อย (วรรณพร สงวนสัตย์, 2526) การสอนด้วยทัศนศึกษาพบน้อยมาก (Soydhurum, in press)

สำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้น โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นมีอย่างน้อย 1 ห้อง ในโรงเรียนขนาดเล็กไม่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จะใช้ห้องเรียนธรรมดาปรับสำหรับกิจกรรมปฏิบัติการ ส่วนโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีห้องปฏิบัติการสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ(Soydhurum, in press)การใช้ห้องปฏิบัติการนั้นพบว่าโรงเรียนใช้ห้องปฏิบัติการไม่เต็มที่ (ชุมศรี บุญสิทธิ์, 2524) โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่ใช้ห้องปฏิบัติการเพียงร้อยละ 50 ของสัปดาห์ (Soydhurum,in press) และโรงเรียนส่วนใหญ่ในเขตการศึกษา 1 มีขนาดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เล็กกว่ามาตรฐาน (ทักษิณ ภูวสรรเพ็ชญ์, 2529)

5. สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ในอนาคต

นิคม ทาแดง (2532ก) กล่าวว่า นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมและสารสนเทศ เป็นปัจจัยที่เอื้ออำนวยให้เกิดนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมขึ้น ดังนั้นการที่จะดูแนวโน้มของนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาให้ใกล้เคียง จำเป็นต้องพิจารณาแนวโน้มทางด้านเทคโนโลยีโทรคมนาคมและสารสนเทศเป็นพื้นฐานสำคัญ โดยแนวโน้มทางด้านโทรคมนาคมและสารสนเทศมีดังนี้

1. เทคโนโลยีโทรศัพท์ (Telephone Technology) โทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารสมัยใหม่ที่นิยมใช้ทั่วโลก มีเครือข่ายติดต่อถึงกันได้ทั่วโลก เป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก นอกจากโทรศัพท์จะเป็นเครือข่ายสื่อสารทางเสียงได้อย่างดีแล้ว ยังสามารถเชื่อมโยงกับเครื่องมือสื่อสารดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ เปลี่ยนสัญญาณเสียงเป็นข้อมูลและสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ได้เช่น compressed video, facsimile, electronic bulletin board, telesketch pads และการส่งข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์รูปแบบอื่น ๆ เช่น ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์

2. วิทยุโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ (Cellular Telephone Technology) วิทยุโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ เป็นระบบโทรศัพท์ที่ส่งและรับโทรศัพท์ โดยใช้คลื่นวิทยุแรงส่งต่ำติดต่อกับศูนย์วิทยุโทรศัพท์ที่มีอยู่เป็นเขต ๆ หรือที่เรียกว่า เซลล์ (cell) จากศูนย์ของแต่ละเซลล์ก็จะเชื่อมเข้าเครือข่ายโทรศัพท์ตามปกติโดยอัตโนมัติ

3. นวัตกรรมเทคนิคการกระจายสัญญาณ (Broadcasting Technique) การกระจายสัญญาณจากดาวเทียมเป็นเทคนิคใหม่ ที่สามารถจะกระจายสัญญาณข่าวสารและข้อมูลทุกรูปแบบไปได้กว้างไกล รวดเร็วและชัดเจน แต่ยังเป็นเทคนิคที่จะต้องมีสถานีพื้นดินรับสัญญาณจากดาวเทียมแล้วส่งกระจายต่อ แต่เทคนิคการส่งกระจายสัญญาณผ่านดาวเทียมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ที่ส่งในระบบ Ku-Band สามารถส่งโดยตรงจากดาวเทียมมายังผู้รับ ผ่านทางจานรับสัญญาณบนหลังคาบ้าน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 1 ฟุตเท่านั้น เมื่อระบบการส่งกระจายสัญญาณโดยตรงจากดาวเทียมสู่ผู้รับ(Direct Broadcast Satellite : DBS) นี้ พัฒนาและแพร่หลายเต็มที่แล้วจะเป็นสื่อที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อชาวโลก

4. เทคโนโลยีโทรทัศน์ตามสาย (Cable Television Technology) โทรทัศน์ตามสายพัฒนาขึ้นครั้งแรกสำหรับแก้ปัญหาชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีอุปสรรค ไม่สามารถรับสัญญาณโทรทัศน์จากสถานีโทรทัศน์ได้ ต่อมาได้กลายเป็นที่นิยมแพร่หลายในการบริการ

ด้านธุรกิจบันเทิง ข่าวสารและโปรแกรมในลักษณะเฉพาะต่าง ๆ การค้นพบเครื่องผลิตแสงเลเซอร์สารกึ่งตัวนำและเส้นใยแสงซึ่งมีขนาดเล็กแต่มีประสิทธิภาพ การใช้งานดีกว่าคล่องตัวกว่าสายเคเบิลจึงสามารถรวบรวมระบบสารสนเทศอื่น ๆ เข้ามาอยู่ในเครือข่ายเดียวกันได้ด้วย

5. เทคโนโลยีเส้นใยแสง (Optical Fiber Technology) การส่งสัญญาณโดยเส้นใยแสงนั้น เป็นเทคนิคที่แปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นแสงเลเซอร์ส่งผ่านเส้นใยนำแสงซึ่งมีขนาดเล็ก ใช้พลังงานในการส่งน้อยกว่า ส่งไปได้ไกลและปลอดจากการรบกวนโดยคลื่นสนามแม่เหล็กต่าง ๆ ปัจจุบันเคเบิลเส้นใยแสงขนาดเล็กกำลังจะเข้ามาแทนที่เคเบิลทองแดง และจะกลายเป็นทางด่วนทางการสื่อสารระหว่างประเทศในอนาคตอันใกล้นี้

6. เทคโนโลยีดาวเทียมสื่อสาร (Communication Satellite Technology) การสื่อสารผ่านดาวเทียมเป็นระบบสื่อสารที่สามารถติดต่อกับสถานที่ห่างไกลทุกจุดบนพื้นโลกได้อย่างรวดเร็ว ถ้าหากเชื่อมโยงเข้ากับระบบภาคพื้นดิน เช่น ระบบไมโครเวฟ ระบบคลื่นวิทยุ ระบบโทรศัพท์ และระบบสารสนเทศเส้นใยแสงแล้วจะกลายเป็นระบบสารสนเทศแบบบูรณาการที่มีประสิทธิภาพที่สุดที่เคยมีมา

7. กล้องถ่ายภาพระบบแม่เหล็ก (Magnetic Video Camera) กล้องถ่ายภาพระบบแม่เหล็ก เป็นระบบกล้องถ่ายภาพที่ใช้แม่เหล็กเหมือนเทปบันทึกเสียงแทนฟิล์ม เมื่อใช้กับเครื่องมือประกอบแล้วจะใช้งานได้สะดวกมากคือ สามารถใช้ดูภาพโดยจอเครื่องรับโทรทัศน์สีได้ทันที พิมพ์เป็นภาพสีได้ทันที ถ่ายสำเนาเป็นแผ่นแม่เหล็กหลาย ๆ แผ่นได้ บันทึกลงเครื่องเทปวีดิทัศน์ได้ และขณะนี้กำลังพัฒนากล้องชนิดนี้ให้สามารถถ่ายภาพลงไว้ในเทปบันทึกเสียงแบบตลับเพราะโดยใช้เทปบันทึกเสียงขนาด C90 บันทึกภาพได้ ประมาณ 300 ภาพ แล้วนำมาเข้าเครื่องฉายสำหรับฉายภาพออกจอโทรทัศน์สี นอกจากนี้ยังพิมพ์เป็นภาพแต่ละแผ่นได้ทันที ซึ่งต่อไปจะสะดวกมากสำหรับการจัดทำโปรแกรมภาพประกอบเสียง เพราะสามารถบันทึกภาพและเสียงลงในเทปตลับม้วนเดียวกันแล้วใช้แทนโปรแกรมสไลด์ประกอบเสียงได้

8. เทคโนโลยีแผ่นเลเซอร์ (Optical Disc Technology) แผ่นเลเซอร์หรือแผ่นแสง เป็นเทคนิคการบันทึกและการอ่านข้อมูลในแผ่นขนาดเล็กโดยลำแสงเลเซอร์ ไม่ว่าจะเป็นข่าวสาร ข้อมูล ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เมื่อเชื่อมโยงเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์และระบบเคเบิลทีวีแล้วจะสามารถประยุกต์เป็นระบบวีดิทัศน์ เพื่อการสอนแบบตอบสนองสองทางได้เป็นอย่างดี (Interactive Visual Teaching Systems)

9. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ (Computer Technology) คอมพิวเตอร์ทุกประเภทได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ขนาดเล็กลงและราคาถูกลงอย่างรวดเร็วมากในปัจจุบัน อีกประมาณ 20 ปีข้างหน้า ไมโครคอมพิวเตอร์ 8 บิต ความจำ 8 กิโลไบท์ จะมีขนาดเท่าบัตรเครดิตใส่กระเป๋าเสื้อติดตัวไปได้ เป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลจริง ๆ ถึงเวลานั้นซุเปอร์คอมพิวเตอร์จะสามารถคิดโต้ตอบและให้เหตุผล ตลอดจนการแก้ปัญหาร่วมกับมนุษย์ผู้ใช้ได้โดยการพัฒนา "Knowledge Processor" ขึ้นมาแทน "Data Processor" ในปัจจุบัน

นิคม ทาแดง (2532ข) ได้เสนอสื่ออนาคตที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาดังนี้ คอมพิวเตอร์และหุ่นยนต์ แถบวีดิทัศน์ จานวีดิทัศน์ วีดิสาร ระบบสารสนเทศตามสาย ระบบสารสนเทศผ่านดาวเทียม

สื่อใหม่หรือสื่ออนาคตที่เกิดขึ้นใหม่ เป็นผลมาจากการผสมผสานของเทคโนโลยี 3 ประเภท ได้แก่ คอมพิวเตอร์ เลเซอร์ดิสค์ และโทรคมนาคม ข้อมูลจะถูกเก็บและจัดกระทำ แล้วส่งไปใช้ตามความต้องการโดยทางภาพ สื่อใหม่จะรวดเร็ว ถูกต้อง อุดมไปด้วยข้อมูลและมีการโต้ตอบ ดังนั้น สื่ออนาคตจะเป็นประเภทมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) และรวมเอาสื่อหลาย ๆ ประเภทเข้าไว้ด้วยกันที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ตามต้องการและสามารถปรับโปรแกรมตามความต้องการ (Cordell, 1991)

ส่วนสื่อการสอนในอนาคตจะเน้นสำหรับการศึกษารายบุคคล สื่อประเภท interactive จะเพิ่มขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน และ interactive video จะกลายเป็นสื่อปกติในการเรียนการสอน เกมและสถานการณ์จำลองเพื่อการเรียนการสอนจะมีบทบาทขึ้น แนวโน้มที่สื่อจะใช้ในบ้านมากขึ้น ทำให้สื่อต่าง ๆ ราคาถูกลง (Dayton, 1981)

Braun ระบุว่าเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สามารถช่วยนักเรียนพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม โทรคมนาคม จานวีดิทัศน์ หุ่นยนต์ ระบบวีดิสาร ระบบฐานข้อมูล และ Intelligent Videodisc (The National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics Science and Technology, 1983)

สื่อการเรียนการสอนใหม่ที่มีที่ใช้กันบ้างแล้ว และกำลังมีบทบาทสำคัญ ได้แก่

5.1 คอมพิวเตอร์ ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ ทำให้คอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีขนาดเล็กลง สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์และสื่อประเภทอื่น ๆ และ ราคาต่ำลง ทำให้ความเป็นไปได้ในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษามีสูงมากขึ้น ลักษณะการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานทางด้านการศึกษามี 3 ลักษณะ (Alessi และ Trollip, 1985) ดังนี้

1. การใช้เพื่อการบริหารและการจัดการ (Administration Uses) เป็นงานลักษณะแรกที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา โดยใช้ในการจัดทำหนังสือติดต่อ จัดทำรายงาน บัญชี แฟ้มประวัติ ควบคุมบัญชีวัสดุ ทะเบียนนักเรียน และตารางเรียน เป็นต้น ครูใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในงานเขียน เช่น รายงาน ข้อสอบ เอกสารการสอน ใช้ในการคำนวณ เช่น คิดคะแนน ใช้ในงานเก็บเอกสาร เช่น เก็บข้อมูลนักเรียนแต่ละคน เอกสารการสอน แผนการสอน เป็นต้น

2. การสอนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (Teaching about Computer) เป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์แก่บุคคลทั่วไป และผู้ที่จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นบางโอกาส โดยสอนนักเรียนเกี่ยวกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และการสอนวิทยาการคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ที่ต้องการประกอบวิชาชีพทางด้านคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ สอนการเขียนโปรแกรม การออกแบบเครื่องคอมพิวเตอร์ การบำรุงรักษาและซ่อมเครื่องคอมพิวเตอร์

3. การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ (Teaching with Computer) เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนในหลายลักษณะ เช่น ทบทวน (Tutorials) ฝึกฝน (Drills) สถานการณ์จำลอง (Simulations) เกมการสอน(Instructional Games) ทดสอบ (Test) แก้ปัญหา (Problem-Solving Environments) อุปกรณ์การสอน (Teaching Tools) เกม (Games) Intelligent Computer-Assisted Instruction คอมพิวเตอร์ควบคุมวิดีทัศน์ (Computer-Controlled Video) เป็นต้น

The National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics Science and Technology (1983) แบ่งการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนเป็นลักษณะต่าง ๆ กัน 3 ลักษณะคือ

1. การเรียนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (Learning about Computers) เป็นการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบ การทำงานของคอมพิวเตอร์ การพัฒนาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตลอดจนให้นักเรียนทราบถึงบทบาทและผลกระทบของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อสังคมและการดำเนินชีวิต

2. การเรียนผ่านทางคอมพิวเตอร์ (Learning through Computers) การเรียนการสอนแบบนี้เป็นแบบที่คอมพิวเตอร์ควบคุมการเรียน ได้แก่ การใช้โปรแกรมแบบฝึกฝนและฝึกหัด (Drill and Practice) และแบบทบทวน (Tutorials) ชนิดคำถามคำตอบ

3. การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ (Learning with Computers) การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนแบบนี้ ใช้ได้ทั้งในระบบและนอกระบบ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน การเรียนแบบนี้พัฒนาการเรียนรู้ทางมโนทัศน์ ทักษะกระบวนการ และสติปัญญาของนักเรียน เช่น โปรแกรมแบบแก้ปัญหาแบบเกม แบบสถานการณ์จำลอง การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นี้ยังรวมไปถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ เช่น ใช้เก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล แสดงข้อมูล เป็นต้น

ขนิษฐา ชานนท์ (2532) แบ่งลักษณะการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. การสอนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ เป็นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับส่วนประกอบการทำงานของคอมพิวเตอร์ ตลอดจนเพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงบทบาทและผลกระทบของคอมพิวเตอร์ที่มีต่อสังคมและการดำเนินชีวิต

2. การสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาต่าง ๆ เช่น ภาษา BASIC และภาษา Pascal เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเขียนคำสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามประสงค์ของผู้เรียนได้

3. การสอนการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เป็นการสอนในลักษณะที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนและการทำงานของผู้เรียน เช่น การใช้เครื่องประมวลคำ (Word Processor) ในการใช้พิมพ์รายงาน การนำโปรแกรมสำเร็จรูปมาใช้ในงานด้านการวิจัยและสถิติ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ และในการทำงานด้านกราฟิก เป็นต้น

4. การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน หรือที่เรียกกันในภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction (CAI) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการถ่ายทอดเนื้อหาวิชาความรู้ให้แก่ผู้เรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนโดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือ และภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ(Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนที่ใช้วงการศึกษานั้นมีหลายรูปแบบด้วยกัน รูปแบบหลักที่พบเห็นเสมอ ๆ พอจะแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. แบบฝึกฝนและฝึกหัด (Drill and Practice)

คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในลักษณะนี้จะเป็นแบบที่พบเห็นมากที่สุด เป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยในการจำเนื้อหาหรือเป็นการฝึกทักษะในสิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียน วัตถุประสงค์หลักของการฝึกฝนและฝึกหัดก็เพื่อเสริมแรงในสิ่งที่ได้เรียนแล้ว โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอสิ่งเร้าซึ่งอาจจะเป็นในรูปของคำถามให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองหรือตอบคำถามและสามารถให้การเสริมแรง หรือให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนได้ทันที

2. แบบทบทวน (Tutorials)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้เป็นการสอนสิ่งใหม่ซึ่งผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน บทเรียนในลักษณะนี้จะเสนอเนื้อหาวิชา ถามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เพิ่งเสนอไป และจากคำตอบของผู้เรียนคอมพิวเตอร์ก็จะตัดสินใจว่า ผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาต่อไป หรือควรจะได้มีการทบทวนเนื้อหาที่เพิ่งเรียนนั้น หรือมีการซ่อมเสริมอย่างไร

3. แบบเกม (Games)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้เป็นการสอนเนื้อหาวิชาในรูปแบบของเกม โดยทั่วไปลักษณะของเกมจะมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการแข่งขัน เมื่อจบเกมแล้วก็จะมีผู้ชนะและผู้แพ้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมมักจะออกแบบเพื่อให้ทั้งความรู้และความบันเทิงแก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพกราฟิกที่มีสีสวยงามและทำเสียงประกอบได้ จึงทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulations)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบของสถานการณ์จำลอง เป็นการจำลองสถานการณ์จริง โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอสถานการณ์ให้แก่ผู้เรียน ให้โอกาสผู้เรียนได้วิเคราะห์และตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดให้เพื่อที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ประเภทสถานการณ์จำลองมีลักษณะที่ค่อนข้างซับซ้อน ผู้สร้างบทเรียนในลักษณะนี้จะต้องอาศัยการคาดคะเนในเรื่องการตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ จากผู้ใช้บทเรียนและผลที่จะเกิดจากการตอบสนอง เพื่อนำมาพิจารณาในการสร้างแบบจำลอง (Model)ดังนั้นจึงต้องใช้เวลามากในการสร้าง และผู้สร้างบทเรียนในลักษณะนี้จะต้องมีทักษะระดับสูงในเรื่องการเขียนโปรแกรม เพื่อสร้างบทเรียนในลักษณะนี้

5. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ เป็นการเสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องพยายามที่จะหาวิธีแก้ปัญหานั้น ๆ ลักษณะบทเรียนแบบนี้จะคล้าย ๆ กับแบบสถานการณ์จำลอง แต่แบบแก้ปัญหาจะเน้นกระบวนการคิดในระดับที่สูงกว่าในเรื่องของกระบวนการในด้านการใช้เหตุผล

ลักษณะของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาแบ่งได้เป็น 5 ประเภท (Whitehurst, 1981 quoted in Nakhlesh, 1983)

1. คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองสำหรับการปฏิบัติการทดลอง (Simulations of Laboratory Experiments) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียน และให้นักเรียนได้ฝึกทักษะก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองจริง แต่ไม่ได้หมายความว่า ให้ใช้คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองแทนการปฏิบัติการทดลองจริง ยกเว้นปฏิบัติการทดลองซึ่งจะเป็นอันตราย

2. คอมพิวเตอร์สร้างแบบจำลองและกรณีศึกษา (Models and Case Studies) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกประเภทหนึ่งที่เหมาะกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

3. เกม เป็นโปรแกรมที่ให้ความสนุกสนาน และใช้สำหรับการทบทวน หรือเป็นโปรแกรมสอนเสริม

4. คอมพิวเตอร์อาจใช้เป็นกระดานอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ใช้กับโปรแกรมทบทวนและฝึกฝน

5. คอมพิวเตอร์ใช้เป็นอุปกรณ์ปฏิบัติการ โดยอาจใช้เป็นที่จับเวลา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ ค่า pH ความเข้มของแสง จัดกระทำข้อมูล และพิมพ์ข้อมูล เป็นต้น

ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์

1. คอมพิวเตอร์แสดงผลทางกราฟิก ทำให้นักเรียนเห็นภาพมโนทัศน์และกระบวนการได้ชัดเจนขึ้น (Nakhleh, 1983)

2. คอมพิวเตอร์ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ในการที่คอมพิวเตอร์แสดงผลการทดลองให้นักเรียนทราบทันที เป็นการช่วยให้นักเรียนสามารถจัดหรือปรับสมมติฐานเดิมและทดสอบสมมติฐานใหม่ และทราบผลการทดลองใหม่ทันที เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนใช้ข้อมูลในการเลือกวิธีที่เหมาะสมในกระบวนการแก้ปัญหา (Salomon, 1985 และ Pea, 1985 quoted in Friedler, Nachmias and Linn, 1990)

3. คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์อเนกประสงค์ อำนวยความสะดวกในกับการปฏิบัติการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หนึ่งในการปฏิบัติการทดลองที่เรียกว่า Microcomputer-based Laboratory ทำให้นักเรียนมีเวลาในการคิดแก้ปัญหามากกว่าเสียเวลาในการจดบันทึกข้อมูล และตัวแปรอื่น ๆ เป็นระยะ ๆ มีโอกาสได้สังเกตและปฏิบัติการทดลองด้วยความรอบคอบมากขึ้น (Woener, 1987)

4. คอมพิวเตอร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ ในการปฏิบัติการทดลองที่เป็นอันตราย หรือใช้สารเคมีและวัสดุที่ราคาแพง (Shaw, 1980 quoted in Hawkridge, 1983)

การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดคือ ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ในการเลือกใช้โปรแกรมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความแตกต่างกัน อีกประการหนึ่งก็คือต้องมีบุคลากรที่จะพัฒนาโปรแกรมที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพและตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน

อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะเป็นอุปกรณ์อเนกประสงค์ มีประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ที่ไม่มีขีดจำกัด แต่ก็ไม่ควรนำมาใช้แทนปฏิบัติการทดลองจริง (Sparkes, 1983 quoted in Mandell, 1989 และ Clariana, 1988) เพราะในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นักเรียนต้องเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนที่มีปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม บทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ และอ่าน

สิ่งพิมพ์ (Emerson, 1988) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ (Hounshell และ Hill, 1989) นอกจากนี้ Whisnant (1982) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองการใช้อุปกรณ์ทดลองวิชาเคมีกับนักศึกษาวิชาเคมี โดยให้นักศึกษาฝึกการใช้อุปกรณ์การทดลองจากคอมพิวเตอร์สถานการณ์จำลองก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง พบว่า การใช้เวลาในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลองลดลงกว่าเดิม Luehrmann (1982 quoted in Nakhleh, 1983) พบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่ในสหรัฐอเมริกาใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การเรียนซ่อมเสริม และการเรียนรายบุคคล Whitehurst (1981 quoted in Nakhleh, 1983) ระบุว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะใช้ประเภทสถานการณ์จำลอง สร้างแบบจำลอง เกม กรณีศึกษา และใช้เป็นกระดานอิเล็กทรอนิกส์ และ วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า กลุ่มนักเรียนที่เรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนเสริมจากครู

5.2 โทรคมนาคม การใช้โทรคมนาคมเพื่อการเรียนการสอน เป็นการเชื่อมโยงบุคคลหนึ่งหรือกลุ่มบุคคล จากสถานที่หนึ่ง กับบุคคลหรือกลุ่มบุคคลในอีกสถานที่หนึ่ง การใช้โทรคมนาคม อาจได้เป็น 4 ลักษณะ (Kearsley, 1985) คือ

1. Teleconference เป็นการติดต่อกันผ่านทางโทรศัพท์ มีการรับส่งข้อมูลถึงกันทั้งภาพและเสียง โดยใช้ลำโพงและเครื่องโทรสาร

2. Videoconference เป็นการติดต่อกันผ่านทางดาวเทียม โดยใช้โทรทัศน์ กล้องโทรทัศน์ และมอนิเตอร์

3. Computer Conference เป็นการติดต่อทางสายโทรศัพท์เพื่อการสื่อสารโดยใช้คอมพิวเตอร์

4. วีดิสาร เป็นการใช้โทรคมนาคมเพื่อการเข้าถึงฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ การใช้โทรคมนาคมเป็นสื่อในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลภายนอกห้องเรียน

Schrum (1989) ได้เสนอกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้โทรคมนาคม เป็นการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนที่อยู่ต่างท้องถิ่น ต่างรัฐ หรือต่างประเทศกัน ทำกิจกรรมแบบเดียวกัน โดยเก็บข้อมูลจากท้องถิ่นของตนและนำข้อมูลมารวมกัน และเปรียบเทียบกันโดยใช้ Teleconference โดยอาจใช้อุปกรณ์ประเภทให้เสียงหรือให้ทั้งภาพและเสียง นักเรียนทั้งชั้นในแต่ละท้องถิ่นจะนั่งอยู่หน้าไมโครโฟน และเล่าถึงประสบการณ์และข้อมูลที่ได้ กิจกรรมที่กล่าวถึงนี้ได้ทดลองทำที่โรงเรียน ในมลรัฐมินเนโซตา ที่ประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วพบว่า นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นต่อการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนท้องถิ่นอื่น และที่สำคัญก็คือ การได้เผชิญกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์จริงและกว้างมากขึ้น Waugh และ Levin (1988) เรียกกิจกรรมนี้ว่า TeleScience และแนะนำว่า ปัญหาที่นำมาทำกิจกรรมการเรียนควรเป็นเรื่องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีกับสังคม และให้ความเห็นว่า กิจกรรม TeleScience นี้เป็นวิธีที่ทำให้นักเรียนได้รับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ ตลอดจนทักษะในการสื่อสารและแลกเปลี่ยนทฤษฎี ข้อมูลและวิธีการ ทำให้นักเรียนรู้จักทำงานในลักษณะโครงการร่วมกับผู้อื่น การใช้ Tele-Science ในระยะแรกสามารถใช้เป็นกิจกรรมเสริมในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ปกติ

5.3 Interactive Video เป็นสื่อที่ถ่ายทอดสารสนเทศแก่ผู้ชม หรือผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและส่งเสริมการศึกษาตามอัตภาพ

Interactive Video เป็นสื่อประสมที่นำเอาคุณลักษณะเด่นของสื่อประเภทโทรทัศน์ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ประสมประสานกันโดยสื่อโทรทัศน์สามารถให้ภาพจริง ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ส่วนคอมพิวเตอร์ใช้เสนอเนื้อหาในส่วนของตัวอักษร กราฟิก และภาพเคลื่อนไหว สารที่เสนอออกมาอาจจะเป็นตัวอักษร กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง ภาพช้า ภาพเร็ว หรือเสนอทีละภาพแบบสไลด์ พร้อมด้วยสีสันและเสียง จุดสำคัญของสื่อประเภทนี้คือ ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อได้อย่างเต็มที่ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (วสันต์ อติศัพท์, 2532)

ส่วนประกอบสำคัญของระบบ Interactive Video (Romiszowski, 1988) มีดังนี้

1. เครื่องเล่นจานวีดิทัศน์ หรือเครื่องเล่นแถบวีดิทัศน์ การใช้กับเครื่องเล่นเทปวีดิทัศน์ไม่นิยมใช้กับระบบนี้ เพราะการค้นหาภาพ การเล่นกลับไปกลับมา ต้องใช้เวลานานกว่าการใช้จานวีดิทัศน์ เพราะจานวีดิทัศน์มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงกว่าทั้งทางด้านการเก็บสารและเสนอสาร

2. เครื่องคอมพิวเตอร์ ควรเป็นไมโครคอมพิวเตอร์

3. เครื่องที่เชื่อมกับคอมพิวเตอร์ (interface unit) หรือแผ่นวงจรที่ออกแบบเพื่อเป็นเครื่องเชื่อมระหว่างเครื่องเล่นจานวีดิทัศน์กับเครื่องคอมพิวเตอร์

4. ตัวจอภาพ หรือ เครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งจะเป็นเครื่องแสดงภาพจากเครื่องเล่นจานวีดิทัศน์ เสียง หรือกราฟิกจากคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ระบบ Interactive Video สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระบบ ตามระดับปฏิสัมพันธ์ (Romiszowski, 1988 และวสันต์ อติศัพท์, 2532) ดังนี้

ระบบระดับที่ 1 เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อน ประกอบด้วยเครื่องเล่นวีดิทัศน์และตัวจอภาพ เนื่องจากการเสนอข้อมูลเป็นแบบเส้นตรง ดังนั้นเครื่องเล่นอาจเป็นแบบแถบวีดิทัศน์ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนน้อยมาก

ระบบระดับที่ 2 ประกอบด้วยเครื่องเล่นจานวีดิทัศน์ และเครื่องควบคุมจากภายในหรือภายนอกก็ได้ เป็นระบบที่รวมโปรแกรมง่าย ๆ กับแบบสาขา

ระบบระดับที่ 3 เป็นระบบที่รวมเอาประสิทธิภาพทั้งหมดของเครื่องเล่นจานวีดิทัศน์ และไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นการเพิ่มความสามารถทางด้านหน่วยความจำและการจัดกระทำข้อมูล สามารถใช้กับโปรแกรมแบบสาขาที่ซับซ้อนได้ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนสูงขึ้น

ระบบระดับที่ 4 ประกอบด้วยเครื่องเล่นจานวีดิทัศน์ 2 เครื่อง และระบบที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น ระบบปัญญาประดิษฐ์ เข้าไปเสริมเพื่อให้บทเรียนสื่อสารกับผู้เรียนได้ใกล้เคียงมนุษย์มากที่สุด สามารถโต้ตอบข้อข้องใจของผู้เรียนได้อย่างดี

วสันต์ อติศัพท์ (2532) ได้เสนอข้อควรคำนึงในการพัฒนาบทเรียน Interactive Video ดังนี้

1. ควรเลือกใช้ระบบการพัฒนาบทเรียนที่เหมาะสมกับเนื้อหา

2. การออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน จะต้องตอบสนองการเรียนรู้ให้มากที่สุด Interactive Video ต้องเปลี่ยนผู้เรียนจากการเป็นผู้สังเกตที่

เฉื่อยชา มาเป็นผู้มีส่วนร่วมในบทเรียนอย่างกระฉับกระเฉง อีกทั้งการทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าเขามีส่วนในการควบคุมบทเรียนมากเท่าใด ยิ่งทำให้เขารู้สึกว่ามีส่วนร่วมในบทเรียนมากขึ้นเท่านั้น

3. เลือกใช้รูปแบบการเสนอบทเรียนที่เหมาะสม โดยมีรูปแบบคล้าย ๆ กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาทิ แบบทบทวน แบบฝึกฝนและฝึกหัด แบบสถานการณ์จำลอง แบบเกม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ Interactive Video ในการเรียนการสอนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย Interactive Video สูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ (Stevens, Zech and Katkanant, 1987) การใช้จานวีดิทัศน์ใน Interactive Video ทำให้การเรียนรู้ใช้เวลาน้อยกว่าการสอนแบบปกติ (Gibbons, 1982 และ Bunderson, Lipson and Fisher, 1984 quoted in Stevens, Zech and Katkanant, 1987) ส่วนทางด้านเจตคติพบว่า นักเรียนที่ใช้สื่อ Interactive Video มีเจตคติที่ดีต่อประสบการณ์การเรียนรู้มากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ (Bosco, 1986 quoted in Stevens, Zech and Katkanant, 1987) การเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้ Interactive Video แบบสถานการณ์จำลองในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่ใช้ Interactive Video ก่อนแล้วจึงทำปฏิบัติการทดลองกับกลุ่มที่ทำการปฏิบัติการทดลองก่อนแล้วจึงใช้ Interactive Video พบว่า ทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติไม่มีความแตกต่างกัน และจากแบบสอบถาม พบว่า นักเรียนชอบที่จะเรียนโดยใช้ Interactive Video มากกว่าการทำปฏิบัติการทดลองจริง (Stevens, Zech and Katkanant, 1987) นอกจากนี้ Bunderson et al. (1981 quoted in Smith and Lehman, 1988) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ Interactive Video ทำให้มีความเข้าใจ ความสนใจ ความตั้งใจ และความมั่นใจมากขึ้น นักเรียนชอบเรียนตามอัตราเร็วของตนเอง และชอบที่มีการทบทวนฝึกฝนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับและการให้ภาพเคลื่อนไหวของ Interactive Video นอกจากนี้ Smith and Lehman (1988) เพิ่มเติมว่าจากงานวิจัยต่าง ๆ ของนักการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พบว่า Interactive Video เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสอนและฝึกทักษะซึ่งต้องการความรู้ทางพุทธิพิสัย เช่น การเรียนรู้มโนทัศน์หรือการแก้ปัญหาหรือความรู้ทางด้านทักษะพิสัย

อุปสรรคของการใช้ Interactive Video ในการเรียนการสอนก็คือ ต้นทุนสูงทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และการพัฒนาซอฟท์แวร์ ดังนั้นการนำระบบนี้มาใช้ จึงต้องมีความพร้อมในด้านงบประมาณสูง ขณะเดียวกันคือบุคลากรในการพัฒนาคอร์สแวร์ด้วย (วสันต์ อติศัพท์, 2532)

5.4 วีดิสาร (Videotex) วีดิสารเป็นการสื่อสารข้อมูลกราฟิกโดยใช้เครือข่ายโทรคมนาคม โดยทั่วไปการสื่อสารข้อมูลด้วยกราฟิกอาจแบ่งเป็น 2 รูปแบบ (คนึงจิตร วิจิตรปิยะกุล, 2531) คือ

1. ระบบทางเดียว เป็นระบบที่สามารถรับข้อมูลได้เพียงทางเดียว แต่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ เรียกว่าโทรภาพสาร (Teletext) เป็นการส่งข้อมูลโดยใช้เครื่องส่งโทรทัศน์

2. ระบบสองทาง เป็นบริการข้อมูลที่เครื่องปลายทางสามารถติดต่อ เรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้งาน หรืออาจทำหน้าที่ป้อนข้อมูลเข้าไปเพื่อปรับปรุงให้ทันสมัยได้ ระบบสองทางนี้บางทีเรียกว่า Interactive Videotex

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบมีดังนี้

1. เครื่องปลายทาง หรือเครื่องรับโทรทัศน์ที่ดัดแปลงให้สามารถรับและแสดงข้อมูลต่าง ๆ ได้

2. คอมพิวเตอร์ตัวแม่ที่มีฐานข้อมูลกลาง หรือเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ทั่วประเทศ โดยแต่ละอันจะมีข้อมูลต่าง ๆ ของท้องถิ่นนั้น ๆ ที่น่าสนใจเฉพาะแต่ละแห่ง

3. ข่ายโทรศัพท์สาธารณะ สายโทรศัพท์ในบ้านหรือสำนักงาน เพื่อเชื่อมต่อผู้ใช้เข้ากับศูนย์ข่าวข้อมูลท้องถิ่น หรือส่วนกลาง

วีดิสารสามารถส่งไปทางสายโทรศัพท์ เคเบิลทีวี หรือเส้นใยแสง (Optical Fiber) รวมทั้งการส่งผ่านดาวเทียม

ประโยชน์ของวีดิสารต่อการศึกษา ก็คือ การให้บริการทางด้านข่าวสารข้อมูลต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว และสามารถเข้าถึงแหล่งฐานข้อมูลที่ต้องการโดยผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับฐานข้อมูลเหล่านั้น ตลอดจนเป็นสื่อการสอนรายบุคคลได้ดี ระบบวีดิสารจะเข้าแทนที่สารานุกรมซึ่งจะเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับนักเรียนทุกระดับชั้นในอนาคต (คนึงจิตร

วิจิตรปิยะกุล, 2531, นิคม ทาแดง, 2532ข และ The National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics Science and Technology, 1983)

การวิจัยอนาคต

นักอนาคตนิยมมีความเชื่อพื้นฐานว่าอนาคตเป็นเรื่องที่มนุษย์สามารถทำการศึกษาได้อย่างเป็นระบบ อนาคตมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมและการตัดสินใจ และเชื่อว่ามนุษย์สามารถจะควบคุมและสร้างอนาคตได้ จุดมุ่งหมายหลักของการวิจัยอนาคตมิใช่อยู่ที่การทำนายที่ถูกต้อง แต่อยู่ที่การสำรวจและศึกษาแนวโน้มที่เป็นไปได้ ทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ เพื่อที่จะหาทางทำให้แนวโน้มที่พึงประสงค์เกิดขึ้นและปิดกั้นหรือขจัดแนวโน้มที่ไม่พึงประสงค์ให้หมดไป ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการวิจัยอนาคตจะมีประโยชน์โดยตรงต่อการวางแผน การกำหนดนโยบาย การตัดสินใจ ตลอดไปจนถึงการกำหนดยุทธวิธี และกลวิธี ที่จะนำไปสู่การสร้างอนาคตที่พึงประสงค์ และป้องกันหรือขจัดอนาคตที่ไม่พึงประสงค์ (จุมพล พูลภัทรชีวิน, 2530)

ธำรง บัวศรี (2529, อ้างถึงใน วิโรจน์ สารรัตนะ, 2532) ชี้ให้ความสำคัญของการศึกษาอนาคตว่า ในการจัดการศึกษาของชาติจำเป็นต้องคำนึงถึงอนาคตให้มาก เพราะทุกสิ่งทุกอย่างที่ทำนั้นย่อมมุ่งไปสู่จุดมุ่งหมายปลายทางคืออนาคต ดังนั้น การศึกษาอนาคตจึงมีผลต่อการวางแผนการศึกษาและการจัดการเป็นอย่างมาก

1. ความหมายของการวิจัยอนาคต

การวิจัยอนาคตหมายถึง วิธีศึกษาอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับทางเลือกอนาคตต่าง ๆ ที่เป็นไปได้หรือน่าจะเป็นของกลุ่มประชากร หรือกลุ่มสังคม กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะ

1. บรรยายอนาคตรูปแบบต่าง ๆ (Alternative Futures) ที่จะเป็นไปได้ หรือน่าจะเป็นของกลุ่มประชากรที่ศึกษา

2. ประเมินสถานภาพในปัจจุบันเกี่ยวกับความรู้ต่าง ๆ ที่เรามีอยู่เกี่ยวกับอนาคตที่เป็นไปได้แต่ละทาง

3. บ่งชี้ผลกระทบและผลต่อเนื่องที่เป็นไปได้ต่าง ๆ ของแต่ละอนาคต

4. ให้สัญญาณเตือนภัยล่วงหน้าเกี่ยวกับอนาคตที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

5. เข้าใจเบื้องหลังของกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ (จุมพล พูลภัทรชีวิน, 2529)

การทำนายเหตุการณ์อนาคต Draper L. Kauffman,Jr. ได้เสนอแนะให้ใช้ความคิดเห็นของกลุ่มในการทำนายภาพอนาคต และได้เสนอวิธีการใช้ความคิดเห็นของกลุ่ม (Allain, 1979) ดังนี้

1. การประชุมคณะกรรมการ เป็นคณะกรรมการของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งถูกนำมาพิจารณาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยกันด้วยการเผชิญหน้ากัน เพื่อนำไปสู่ความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน ข้อเสียของวิธีการนี้ก็คือ บางคนอาจมีอิทธิพลครอบงำการอภิปรายด้วยลักษณะของบุคลิกหรือชื่อเสียงมากกว่าความถูกต้องของการถกเถียง

2. การสำรวจความคิดเห็น ใช้ในการหาข้อสรุปของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ผู้ตอบจะตอบคำถามเกี่ยวกับความเป็นไปได้ ความพึงประสงค์ หรือ ผลกระทบของแนวทางเหตุการณ์อนาคตที่เป็นไปได้ วิธีการนี้เป็นการหลีกเลี่ยงอิทธิพลของบุคลิกที่แข็ง หรือ ความมีชื่อเสียงของบุคคลที่เป็นคณะกรรมการ แต่วิธีการนี้ขาดคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เชี่ยวชาญ การสำรวจความคิดเห็นเป็นการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญคิด โดยการพัฒนาคำถามที่เหมาะสมเกี่ยวกับอีก 10 20 หรือ 50 ปีข้างหน้า และสำรวจความคิดเห็นของคนกลุ่มต่าง ๆ ในสังคม

3. เทคนิคเดลฟาย เป็นความพยายามที่จะรวมเอาข้อดีของการประชุมคณะกรรมการและการสำรวจความคิดเห็นมารวมกัน วิธีการนี้เป็นการหาความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ โดยให้ความคิดเห็นผ่านการกลั่นกรองโดยไม่รู้ชื่อกันและกัน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตอบว่า เมื่อไหร่จะมีเหตุการณ์อะไรในอนาคตนั้น ๆ เกิดขึ้น และคำตอบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกัน และให้ข้อมูลย้อนกลับไป จุดประสงค์ของเทคนิคเดลฟายไม่ใช่เพื่อหาว่าอะไรจะเกิดขึ้น แต่ให้เครื่องชี้ที่ค่อนข้างจะเชื่อถือได้ของความคิดเห็นที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับสิ่งที่อาจเกิดขึ้น

2. เทคนิคเดลฟาย

"เดลฟาย" เป็นชื่อของเทคนิคการวิจัยอนาคตที่ใช้ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือความเป็นไปได้ในอนาคต โดยอาศัยความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ (ขนิษฐา วิทยาอนุบาล, 2530) เทคนิคเดลฟายพัฒนาขึ้นโดยนักคิดนักวิจัยของ Rand Corporation ของประเทศสหรัฐอเมริกา คือ Helmer, Dalkey และ Rescher เมื่อปี พ.ศ. 2505 ในปัจจุบันเดลฟายเป็นเทคนิคการทำนายที่ได้รับความนิยมอย่างมากในทุกวงการ ไม่ว่าด้านธุรกิจ การเมือง การทหาร เศรษฐกิจ การศึกษา และด้านอื่น ๆ (จุมพล พูลภัทรชีวิน, 2530)

2.1 ความหมายของเดลฟาย

ผู้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายหลายคน อาทิ

Alex J. Ducauis (1970, อ้างถึงในขนิษฐา วิทยาอนุบาล, 2530) ได้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายว่า "เป็นการทำนายเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ ที่จะเป็นไปได้ในอนาคต โดยมุ่งที่จะลดผลกระทบหรืออิทธิพลจากบุคคลอื่นในกรณีที่ต้องมีการเผชิญหน้ากัน ขณะเดียวกันก็เป็นการลดผลกระทบทางด้านความคิดระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ"

Carvis B. Anderson (1975, อ้างถึงในชาญชัย พิพัฒน์สันติกุล, 2530) ได้ให้ความหมายของเทคนิคเดลฟายว่า "วิธีการระดมความคิดที่เห็นสอดคล้องกันของกลุ่มเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขและหาความเชื่อมั่นในการทำนายเกี่ยวกับอนาคต"

ประยูร ศรีประศาธน์ (2523) ได้สรุปความหมายของเทคนิคเดลฟายว่าเป็น กระบวนการที่จะเสาะแสวงหาความคิดเห็นที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของกลุ่มคนเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในอนาคตในเรื่องที่เกี่ยวกับเวลา ปริมาณ และ/หรือ สถานการณ์ที่ต้องการจะให้เป็น ทั้งนี้ โดยใช้วิธีการเสาะหาความคิดเห็นด้วยการใช้แบบสอบถามแทนการเรียกประชุม

ลักษณะของเทคนิคเดลฟายคล้ายกับการสำรวจ แต่ต่างกันตรงที่เทคนิคเดลฟายส่งคำถามให้ผู้เชี่ยวชาญตอบหลายรอบ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญมีโอกาสพิจารณาคำตอบที่เป็น

ความคิดเห็นของตนอีกครั้งหนึ่ง ในขณะที่การสำรวจไม่มีการป้อนข้อมูลย้อนกลับ (ขนิษฐา วิทยาอนุบาล, 2530)

2.2 กระบวนการวิจัยโดยใช้เทคนิคเดลฟาย

2.2.1 กำหนดปัญหา เทคนิคเดลฟายไม่สามารถนำไปใช้กับการวิจัยทุกประเภทได้ ลักษณะปัญหาที่จะใช้กับเทคนิคเดลฟาย ควรมีลักษณะดังนี้คือ เป็นการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เป็นการศึกษาความสอดคล้องต่อเนื่องกันระหว่างเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของสิ่งต่าง ๆ เป็นการประมาณการหยั่งรู้ (การตัดสินทางเลือกแห่งอนาคต) เป็นการประมาณสัดส่วนของเวลาที่คาดหวังไว้สำหรับเหตุการณ์ในอนาคต ประมาณประดิษฐกรรมทางสังคมและเทคโนโลยีที่คาดหวังไว้ ประมาณด้านโอกาส ปัญหา ความจำเป็น ความต้องการ และการปฏิบัติในอนาคต (Judd, 1971, ขนิษฐา วิทยาอนุมาส, 2530 และ นาตยา ปิลันธนานนท์, 2526)

2.2.2 กำหนดผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากเทคนิคเดลฟายเป็นการระดมความคิดของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญโดยตรง ดังนั้น การเลือกผู้เชี่ยวชาญจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง สิ่งที่ควรคำนึงมีดังต่อไปนี้คือ

2.2.2.1 ความสามารถของผู้เชี่ยวชาญ การเลือกเพื่อให้ได้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ ประสบการณ์และความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาเป็นอย่างดี สิ่งนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของผลการวิจัย ผู้วิจัยควรกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญไว้ให้ชัดเจนและเหมาะสม (ขนิษฐา วิทยาอนุมาส, 2530)

2.2.2.2 จำนวนผู้เชี่ยวชาญ จำนวนผู้เชี่ยวชาญนั้นไม่มีการกำหนดที่แน่นอนว่าจะต้องใช้กี่คน ขึ้นอยู่กับลักษณะของกลุ่มและประเด็นปัญหาเป็นสำคัญ จากการศึกษางานวิจัยโดยใช้เทคนิคเดลฟายพบว่า จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนั้น มีตั้งแต่ 10 คนขึ้นไป จนถึงจำนวนเป็นร้อยหรือเป็นพัน แต่จากผลการวิจัยของ Thomas T. McMillan (อ้างถึงใน ขนิษฐา วิทยาอนุมาส, 2530) ได้วิจัยเกี่ยวกับจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่เหมาะสมที่ใช้ในการวิจัยแบบเดลฟายว่า เมื่อมีผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 17 คนขึ้นไป อัตราการลดลงของความคลาดเคลื่อนจะมีน้อยมาก ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงการลดลงของความคลาดเคลื่อนกับจำนวนผู้เข้าร่วมโครงการ

จำนวนผู้เข้าร่วมโครงการ	ช่วงการลดลงของความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อนลดลง
1 - 5	1.20 - 0.70	0.50
5 - 9	0.70 - 0.58	0.12
9 - 13	0.58 - 0.54	0.04
13 - 17	0.54 - 0.50	0.04
17 - 21	0.50 - 0.48	0.02
21 - 25	0.48 - 0.46	0.02
25 - 29	0.46 - 0.44	0.02

ที่มา : Thomas T. McMillan. "The Delphi Technique" อ้างถึงใน ชนิษฐา วิทยาอนุมาส "การวิจัยแบบเดลฟาย : เทคนิคและปัญหาที่พบในการวิจัย" วารสารการวิจัยการศึกษา, 2530 หน้า 28

2.2.2.3 การสร้างเครื่องมือและแบบสอบถาม ผู้วิจัยต้องกำหนดกรอบของการวิจัย เนื่องจากประเด็นปัญหาที่ศึกษาเป็นประเด็นเชิงคุณลักษณะที่มีขอบข่ายกว้างขวาง การกำหนดกรอบของการวิจัยจะทำให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น การกำหนดประเด็นแนวโน้มและสร้างเครื่องมือ มักจะเป็นรูปของแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้าง การเก็บข้อมูลโดยเทคนิคเดลฟายต้องการเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญได้กลั่นกรองความคิดของตนอย่างละเอียดรอบคอบและมั่นใจในการตัดสินใจ จึงมีการถามซ้ำ 3 รอบหรือมากกว่า

2.2.3.4 สรุปและอภิปรายผล ผู้วิจัยสรุปและวิเคราะห์ผลจากข้อมูล แล้วเสนอแนวโน้มที่มีตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วอภิปรายเสนอแนะจากผลการวิจัย

เทคนิคเดลฟายมีข้อดี คือ

1. สามารถรวบรวมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากได้โดยไม่ต้องเสียเวลาจัดประชุม ทำให้ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และไม่มีข้อจำกัดทางสภาพภูมิศาสตร์

2. คำตอบที่ได้รับจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความน่าเชื่อถือ เพราะผู้เชี่ยวชาญได้แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นอิสระ ไม่ตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของผู้ใด นอกจากนั้นผู้เชี่ยวชาญยังสามารถพิจารณากลั่นกรองความคิดเห็นของตนอย่างละเอียดรอบคอบ เพราะมีการสอบถามย้ำหลายรอบ

3. เป็นวิธีการระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

4. ผู้วิจัยสามารถทราบลำดับความสำคัญของข้อมูลและเหตุผลในการตอบ ตลอดจนความสอดคล้องในเรื่องความคิดเห็นได้เป็นอย่างดี

ส่วนข้อจำกัด คือ

1. ผลการวิจัยอาจขาดความน่าเชื่อถือหรือมีความคลาดเคลื่อนได้ หากผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการคัดเลือกไม่ได้เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางด้านนั้น ๆ อย่างแท้จริง

2. ผู้เชี่ยวชาญไม่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม เนื่องจากเกิดความเบื่อหน่าย เพราะต้องตอบแบบสอบถามหลายรอบ หรือไม่เห็นความสำคัญของการวิจัยก็จะทำให้ผลการวิจัยคลาดเคลื่อนได้

3. แบบสอบถามมีการสูญเสียหรือได้รับคำตอบกลับมาไม่ครบในแต่ละรอบ ทำให้ได้ข้อมูลไม่ครบตามต้องการ

<u>สรุป</u>

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยข้างต้นพบว่า แนวโน้มของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์จะมีการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์ประเภทสถานการณ์จำลองซึ่งใช้แทนการปฏิบัติการทดลองที่เป็นอันตราย และที่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ราคาแพง มีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกให้กับการปฏิบัติการทดลอง เช่น เก็บข้อมูล คำนวณ ใช้ร่วมกับอุปกรณ์ประเภทอื่น เป็นต้น นอกจากนี้ จะมีการนำสื่อประเภท Interactive Video มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เช่น ใช้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การสื่อสารโทรคมนาคมจะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ร่วมกันระหว่างนักเรียนที่อยู่ต่างท้องถิ่น และใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่บ้าน นอกจากนี้จะมีเครือข่ายฐานข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสามารถเข้าถึง และนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติการทดลองที่นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองยังคงเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์