

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง จังหวัดภูเก็ตผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นแนวทางในการวิจัยในครั้งนี้ นำเสนอตามลำดับต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
 - 1.1 ความเป็นมาและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
 - 1.2 ลักษณะสำคัญการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
 - 1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
 - 1.4 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
 - 1.5 บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.2 การจำแนกและพฤติกรรมบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 3.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 3.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 3.3 การจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 3.4 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 3.5 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.1 ความเป็นมาและจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science Technology Society and Environment, STSE) พัฒนามาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) STS เป็นคำที่บัญญัติขึ้น โดย John Ziman ในหนังสือเขาชื่อ Teaching and learning about Science and Society ในหนังสือกล่าวถึงหลักการและการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ซึ่งความเป็นมาของแนวคิดนี้ได้เริ่มขึ้นในประเทศแถบยุโรป (Yager, 1996) กล่าวถึงแนวคิด STS เริ่มต้นที่มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด โดย Dr. Paul Dehart Hurd ได้เริ่มแนวคิดนี้ในช่วง ค.ศ. 1920-1930 มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปี 1970 รายละเอียดความเป็นมาหลังปี 1970 -1989 (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558) ได้เขียนไว้น่าสนใจดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประวัติความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ปี (ค.ศ)	เหตุการณ์
ช่วงต้นปี ค.ศ. 1971	Jim Gallagher ได้เสนอบทความชื่อ “A Broader Base for Science Teaching” เป็นการวางเป้าหมายใหม่ของวิทยาศาสตร์ศึกษา เน้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นต้องจัดให้สอดคล้องกับประเด็นทางเทคโนโลยี และสังคม โดยให้นักเรียนรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมเท่า ๆ กับที่ต้องรู้และเข้าใจแนวคิดและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1972	ประเทศเนเธอร์แลนด์ได้จัดทำ Project Leerpakket Ontwikkeling Naturkunde หรือ PLON project เพื่อปรับหลักสูตรและเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียน โดยเน้นถึงความสัมพันธ์ของฟิสิกส์กับเทคโนโลยีและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
1973	ในประเทศแคนาดา Aikenheard กับ Fleming ได้ทำการวิจัยในชั้นเรียนเรื่อง Science : A Way of Knowing ซึ่งเป็นการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม แล้วเสนอรายงานการวิจัยฉบับร่าง และตีพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 1975
1975	Paul Hurd ได้เสนอบทความ เรื่อง “Science, Technology, and Society : New Goals for Interdisciplinary Science Teaching” ซึ่งเป็นบทความที่กล่าวถึงโครงสร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ปี (ค.ศ)	เหตุการณ์
1976	ในประเทศอังกฤษได้สร้างหลักสูตรวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมขึ้น หลังจากการตีพิมพ์ผลงานของโครงการวิทยาศาสตร์ในสังคม (Science in Society) โดยสมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ (The Association for Science Education) และมีโครงการอื่นเกิดตามมาอีก เช่น โครงการ SISCO (Science in Social Context) in School ซึ่งเป็นโครงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนโดยใช้บริบททางสังคม
1977	สภาสังคมศึกษาแห่งชาติ (The National Council for the Social Studies) ของสหรัฐอเมริกาศึกษา เรื่อง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ของโลก และในปีเดียวกันนี้มี Project Synthesis ได้จัดขอบเขต วิทยาศาสตร์ ศึกษาโดยส่วนหนึ่งของโครงการนี้ได้อธิบายลักษณะการจัด การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม
1980	มีการจัด Malvern Seminar ที่ประเทศอังกฤษ มีการนำเสนอหลักสูตร วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม หลายโครงการ เช่น San Salvador Project และ Mexican Project มีความเกี่ยวข้องกับบริบททางสังคมจึงมี ผลมากต่อหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดนี้
1982	ผู้อำนวยการสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกาหรือ National Science Teacher Association (NSTA) ประกาศยอมรับว่าแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นแนวทางหลักของวิทยาศาสตร์ศึกษา ในช่วงปี 1980 และนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้จัดการประชุมสัมมนาที่ เรียกว่า International Organization for Technology Education Symposium (IOSTE Symposium) ที่เมือง Nottingham ในประเทศ อังกฤษ และเมือง Saskatoon ในประเทศแคนาดา มีการร่วมมือระหว่าง กลุ่มที่มีความสนใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม IOSTE กับ กลุ่มจากสหรัฐอเมริกา เช่น Joe Piel, Bob Yager, และ RobgeerBybee จัดตั้งเครือข่ายที่เรียกว่า STS Research Network ได้ร่วมกันออกจดหมาย ข่าวนววิจัยที่ชื่อว่า Missive จากการประชุมครั้งนี้จึงมีการตกลงร่วมกัน และตั้งชื่อกลุ่มที่สนใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมนี้ว่า Science-Technology-Society (STS) เกิดขึ้นได้รับอิทธิพลมาจากหนังสือ ของ John Ziman (1980) Teaching and learning about Science and Society ได้รับความสนใจอย่างมากจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา เพราะ เป็นหนังสือที่กล่าวถึงหลักการ และการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ปี (ค.ศ)	เหตุการณ์
1984	UNESCO ได้จัดตั้ง International Network for Information in Science and Technology Education (INISTE) คือ เครือข่ายข้อมูลเพื่อการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี ค.ศ. 1989 สมาคมศึกษาแห่งชาติ หรือ National Council for the Social Studies (NCSS) ซึ่งเป็นสมาคมระหว่างประเทศได้จัดประชุมนานาชาติ โดยเน้นให้เห็นถึงบทบาทของสังคมศึกษา ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม
1989	สมาคมสังคมศึกษาแห่งชาติ หรือ “National Council for the Studies (NCSS)” ซึ่งเป็นสมาคมระหว่างประเทศได้จัดประชุมนานาชาติ โดยเน้นให้เห็นบทบาทของสังคมศึกษา ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ที่มา: ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21.

สมุทรปราการ: เนวา อีดูเคชั่น. หน้า54-58.

กล่าวได้ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) แต่ STSE ให้ความสำคัญกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น มีเป้าหมายหลักคือการช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ว่าการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อมมีทั้งด้านบวกและลบทำให้นักเรียนได้เห็นมุมมอง และเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง นำไปสู่การแก้ปัญหาสังคม สิ่งแวดล้อมและพัฒนาได้อย่างยั่งยืน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ ว่าเป็นกระบวนการที่พยายามนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจของความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยมีเป้าหมายหลักของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ คือ การช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของพวกเขาและกระตุ้นความเป็นพลเมืองของสังคมเพเดรตตี และฟอร์เบอร์ (Pedretti & Forber, 2000) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม (สิ่งแวดล้อม) มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการนำประเด็นที่พบในสังคมมาใช้ในการดำเนินเนื้อหาบทเรียน ผ่านการตั้งคำถาม การวางแผน การสำรวจ การสะท้อนความคิด ตลอดจนการลงมือปฏิบัติจริงในฐานะพลเมืองที่ดีของประเทศ (นฤมล ยุตะคม, 2542) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางเป็นการเรียนการสอนที่บูรณาการทั้งทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน เป็นการหยิบยกบริบทปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของนักเรียน ซึ่งเกิดจาก

ผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มาตัดสินใจ รับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว สอดคล้องกับคำกล่าวของ สุวรรณ อัมพรดนัย (2554) และเป็นการเชื่อมโยงปัญหาสิ่งแวดล้อมจากสังคมของผู้เรียน ให้ความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม แล้วนำมาตัดสินใจรับผิดชอบเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว จากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมนี้ จะทำให้ผู้เรียนได้เข้าใจและตระหนักถึงการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นการช่วยให้นักเรียนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของพวกเขาและกระตุ้นความเป็นพลเมืองของสังคม สอดคล้องกับคำกล่าวของ (ปรีชญา จันตา, 2556)

ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นประเด็นทางสังคม ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการคิดปัญหา โดยบูรณาการทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกันเชื่อมโยงให้นักเรียนได้ตระหนักถึงผลที่เกิดจากวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อปรับตัวและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน พร้อมกระตุ้นความเป็นพลเมืองของสังคม

1.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

ตามที่เพเดรตตี (Pedretti, 2005) กล่าวว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมนั้นพัฒนามาจากลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แต่เน้นประเด็นผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ดังนี้

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมอยู่ภายใต้ขอบเขตสังคม โดยมีระบุคำถาม หรือปัญหาหลัก หรือปัญหาที่สังคมควรพิจารณา โดยบทบาทของเทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์และการแก้ไขปัญหาสังคมดังนั้นปัญหาสังคมเกือบทั้งหมดจึงเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้บางครั้งได้มีการพิจารณาว่าเป็นวิธีการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นเป็นฐาน (issue-based teaching) ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่สำคัญ 11 ประการ ดังนี้

1. ใช้ประสบการณ์ของนักเรียนเป็นตัวนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้ผู้เรียนเป็นตัวตั้งคำถามประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. การใช้แหล่งเรียนรู้ที่มีอยู่ในท้องถิ่นทั้งที่เป็นบุคคลเอกสารและวัสดุอุปกรณ์ ในการศึกษาหาความรู้
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา
4. ขยายขอบเขตของการเรียนรู้ออกไปนอกชั่วโมงเรียน นอกห้องเรียนและนอกโรงเรียน
5. เน้นผลกระทบของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อนักเรียนแต่ละคน
6. มองเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ มีมากกว่าแนวคิดที่ต้องการให้นักเรียนสอบผ่าน
7. เน้นทักษะกระบวนการต่างๆ ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง
8. เน้นความตระหนักในเรื่องมีอาชีพโดยเฉพาะอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงบทบาท ในฐานะพลเมืองที่มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

10. มีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะส่งผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์ในอนาคต

11. เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
โคเฮน สเตลีย์และวิลลส์ (Cohen, Staley and Wills, 1989) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชนต้องใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. เป็นโปรแกรมสำหรับนักเรียนทุกคนไม่ใช่เป็นโปรแกรมสำหรับนักเรียนที่เรียนดีเท่านั้น

2. เน้นให้นักเรียนเป็นผู้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technological Literacy) เป็นต้นว่ามีความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

3. เน้นให้นักเรียนได้มีการปฏิบัติการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ

4. เน้นหัวข้อที่เกี่ยวกับชีวิตจริงข้อปัญหาที่โต้เถียงกันเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องและมีความหมายต่อชีวิตของนักเรียน

5. ช่วยนักเรียนให้เข้าใจหัวข้อปัญหาและปัญหาในทัศนะส่วนตัวและเป็นการเห็นของสังคม

6. จำเป็นต้องบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขาวิชาเป็นสหวิทยาการ

7. เกี่ยวข้องกับเวลาในอดีตปัจจุบันและอนาคต

8. เกี่ยวข้องกับอาชีพ

9. ขอบเขตในท้องถิ่นจนถึงระดับโลก

10. เกี่ยวข้องกับชุมชน

11. เกี่ยวข้องกับคุณค่าเป็นต้นว่าเป็นการยกระดับความตระหนักและความรับผิดชอบต่อปัญหาซึ่งประชากรในโลกกำลังเผชิญอยู่

12. เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม

13. เน้นความคิดเห็นขององค์กรระดับโลกที่เสนอแนะหัวข้อปัญหาและปัญหาที่ต่อเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม การเมือง เศรษฐกิจ วัฒนธรรม เท่าๆ กับความคิดเห็นในแง่ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอี่ยมพร บัวดี (2554) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นการจัดการกิจกรรมที่มีลักษณะดังนี้

1. จัดการเรียนรู้ในบริบทประสบการณ์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีความรอบรู้มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ให้ความสำคัญกับปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามความเข้าใจของผู้เรียน

3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์และประยุกต์ใช้มโนทัศน์และกระบวนการในสถานการณ์จริง สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์จริงในสังคมท้องถิ่นได้
4. เน้นเหตุการณ์หรือประเด็นที่กำลังเกิดขึ้นและให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบสำหรับเหตุการณ์นั้นๆ
5. ให้ความสำคัญกับปัญหาในชีวิตจริง
6. เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ คำถาม ปัญหา หรือประเด็นที่ครูสร้างขึ้นหรือหยิบยกมาช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ หรือกระบวนการพื้นฐานหรืออาจจะเริ่มต้นจากคำถามของนักเรียน
7. คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีและผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสังคม
8. จัดประสบการณ์ที่ทำให้นักเรียนตระหนักว่าความรู้วิทยาศาสตร์เกิดจากความเพียรพยายามของบุคคลในสังคม

ดังนั้น สามารถกล่าวได้ว่าลักษณะสำคัญการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ส่งผลต่อความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นำมาแก้ปัญหาทางสังคมเพื่อให้ตอบสนองความต้องการทางเทคโนโลยีโดยมีกระบวนการทางเทคนิคที่หลากหลาย การใช้แหล่งเรียนรู้ การเปิดโอกาสให้ศึกษาหาความรู้จนนำไปสู่ความเข้าใจ

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) จึงมีนักวิชาการนำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ยาเกอร์ (Yager, 1991) จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่เน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน แต่ละขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Invitation)
 - 1.1 สังเกตสิ่งรอบตัวเพื่อกระตุ้นความสนใจใฝ่เรียนรู้
 - 1.2 ใช้คำถาม
 - 1.3 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้
 - 1.4 บันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิด
 - 1.5 ป่งชี้สถานการณ์การรับรู้ของนักเรียนที่แตกต่างกัน
2. ขั้นสำรวจเรียนรู้ (Exploration)
 - 2.1 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม
 - 2.2 ระดมสมองเพื่อหาทางเลือก
 - 2.3 เสาะหาข้อมูล
 - 2.4 ทดลองโดยใช้วัสดุ อุปกรณ์
 - 2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง
 - 2.6 ออกแบบการสำรวจ

- 2.7 เก็บรวบรวมและจัดกระทำข้อมูล
- 2.8 ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
- 2.9 เลือกแหล่งทรัพยากรที่เหมาะสม
- 2.10 อภิปรายผลที่ได้กับเพื่อน
- 2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง
- 2.12 ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย
- 2.13 ร่วมแสดงความคิดเห็น
- 2.14 ระบุอันตรายและผลที่ตามมา
- 2.15 กำหนดขอบเขตการสืบเสาะ
- 2.16 วิเคราะห์ข้อมูล
3. ชี้นำเสนอและอธิบายข้อค้นพบ (Proposing explanations and solutions)
 - 3.1 นำเสนอข้อมูลและความคิด
 - 3.2 สร้างและอธิบายแบบจำลอง
 - 3.3 สร้างและอธิบายในแนวทางใหม่ๆ
 - 3.4 ทบทวนและวิเคราะห์คำตอบ
 - 3.5 ใช้ประโยชน์จากการประเมินของเพื่อน
 - 3.6 ประมวลคำตอบที่ได้
 - 3.7 กำหนดแนวทางและสรุปผลที่เหมาะสม
 - 3.8 บูรณาการข้อสรุปกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
4. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Taking action)
 - 4.1 ตัดสินใจ
 - 4.2 นำความรู้และทักษะไปใช้
 - 4.3 เชื่อมโยงความรู้และทักษะ
 - 4.4 แลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิด
 - 4.5 ตั้งคำถามใหม่
 - 4.6 พัฒนาผลที่ได้และส่งเสริมความคิด
 - 4.7 ใช้แบบจำลองและความคิด

นฤมล ยุตาคม (2542) ได้นำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ว่ามีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ขั้นวางแผนการจัดการเรียนรู้ ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และขั้นการประเมินผล ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การกำหนดความมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ และการเตรียมหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน พัฒนาระบบการแสวงหาความรู้ การตัดสินใจและการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

2. ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนักเรียนจะตั้งคำถาม วางแผนค้นคว้าคำตอบลงมือหาคำตอบ เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ผล นำเสนอและจัดแสดงผลการศึกษา ค้นคว้าและนำผลที่ได้

จากการศึกษาไปปฏิบัติ หรือเสนอข้อค้นพบนี้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อแก้ไขปัญหาทุกขั้นตอน มีกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนย่อย คือ

2.1 ขั้นสงสัย (I wonder) ครูจะสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตั้งคำถาม และการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน

2.2 ขั้นวางแผน (I plan) นักเรียนเป็นผู้วางแผนค้นหาคำตอบ ซึ่งอาจทำงานเดี่ยว หรืองานกลุ่ม

2.3 ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate) นักเรียนสืบค้นหาคำตอบโดยครูคอยให้ความช่วยเหลือ

2.4 ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect) นักเรียนคิดไตร่ตรองสิ่งที่ได้จากการเรียน โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ

2.5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share) นักเรียนนำเสนอผลการค้นคว้าแก่นักเรียนคนอื่นๆ โดยครูให้โอกาสนักเรียนในการแลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนๆ

2.6 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act) นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง

3. ขั้นการประเมินผล โดยใช้การประเมินที่หลากหลายทั้งการประเมินโดยครู และการประเมินโดยตัวนักเรียนเอง ดังนี้

3.1 การประเมินโดยครู ได้แก่ การใช้ข้อสอบวัดความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดวิจารณ์ญาณ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การประเมิน การปฏิบัติ และการสังเกตของครู โดยใช้แบบตรวจสอบรายการพฤติกรรม

3.2 การประเมินโดยตัวนักเรียนเอง โดยใช้การประเมินตนเองและการใช้แฟ้มสะสมผลงาน

คาริน (Carin, 1997) ได้กล่าวไว้ว่าการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม วิธีที่ดีที่สุดคือช่วยนักเรียนให้ระบุปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสังคม ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน สังคมทั่วไป และเป็นปัญหาในชีวิตจริง เพื่อเป็นการช่วยเหลือให้นักเรียนได้ตัดสินใจอย่างฉลาดและถูกต้องมากขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นสืบค้น (Search) นักเรียนระดมสมองกันเลือกหัวข้อที่สนใจศึกษาและระบุคำถามที่จะศึกษาเชิงลึก

2. ขั้นแก้ปัญหา (Solve) นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำมาสู่การตอบคำถามหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง

3. ขั้นสร้างสรรค์ (Create) นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูลในรูปกราฟหรือแผนภาพ

4. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Share) นักเรียนนำเสนอข้อค้นพบในชั้นเรียน

5. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (Action) นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาอื่นๆ ต่อไป

ยีนยง (Yuenyong, 2006) กล่าวว่ารูปแบบในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุประเด็นทางสังคม (Identification of social issues stage) ครูมีการกระตุ้นให้นักเรียนได้มีความตระหนักถึงปัญหาทางสังคม โดยครูยกตัวอย่างสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในท้องถิ่น ข้อมูลจากสื่อสารมวลชน ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกิดขึ้นจริง และนำเสนอผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยี

2. ขั้นระบุแนวทางการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ (Identification of potential solution stage) เป็นการให้นักเรียนได้ตรวจสอบศักยภาพของตนเอง ในการหาคำตอบของประเด็นทางสังคม เนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนต้องมีการวางแผนหาคำตอบ มีการตรวจสอบศักยภาพของตนเอง โดยพิจารณาความรู้ที่มีอยู่ และหาความรู้เพิ่มเติมที่สามารถสนับสนุนให้นักเรียนหาคำตอบได้

3. ขั้นต้องการความรู้ (Need for knowledge stage) นักเรียนต้องศึกษาหาความรู้ วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการเลือกแนวทางหาคำตอบประเด็นทางสังคม

4. ขั้นทำการตัดสินใจ (Decision-making stage) นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมาทบทวนหาแนวทางในการแก้ปัญหา สามารถตัดสินใจแก้ปัญหานั้นๆ ในแนวทางที่เป็นไปได้ นักเรียนได้รวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์และศาสตร์ต่างๆ เพื่อออกแบบแนวทางในการหาคำตอบ และคำนึงถึงผลดีและผลกระทบที่ต้องถ่วง

5. ขั้นกระบวนการทางสังคม (Socialization stage) กระบวนการทางสังคมจะสะท้อนให้นักเรียนได้ทบทวนแนวคิดของตนที่แสดงเพื่อแก้ปัญหานั้น นักเรียนเสนอสิ่งที่กระทำหรือออกแบบไว้ในขั้นทำการตัดสินใจ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือตรวจสอบความคิดของตนเอง โดยในขั้นนี้ นักเรียนอาจนำเสนอแนวคิดต่อสังคม การทำโครงการวิทยาศาสตร์ จัดนิทรรศการหรือจัดโครงการรณรงค์ต่างๆ และพร้อมรับความคิดเห็น

ไบรย์อันท์ (Bryant, 1995) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ขั้นสงสัย (I wonder) นักเรียนสงสัยและตั้งคำถามที่ตนสนใจเกี่ยวกับบริบทรอบตัว
2. ขั้นวางแผน (I plan) นักเรียนเป็นผู้วางแผนค้นหาคำตอบ และรวบรวมแหล่งความรู้ต่างๆ ให้นักเรียนเพื่อตอบคำถามที่ตั้งขึ้น

3. ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate) นักเรียนมีหน้าที่ลงมือค้นหาคำตอบตามแผนที่วางไว้

4. ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการค้นหาคำตอบ เชื่อมโยงความคิดทางวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกันและไตร่ตรองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง

5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share) นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาโดยการนำเสนอผลการค้นหาคำตอบด้วยวิธีต่าง ๆ

6. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act) นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง

ริชาร์ดสันและเบลดส์ (Richardson & Blades, 2000) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 รวบรวมข้อมูล เป็นการเริ่มต้นด้วยการนำสิ่งแวดล้อมและสังคมรอบข้างของผู้เรียนมาเป็นประเด็นที่ต้องศึกษา โดยการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อการศึกษา สืบค้น ผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยการทำแผนผังแนวคิดและกราฟ เพื่อแสดงให้เห็นถึงสิ่งที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 สืบค้นค้นคว้าตามความสนใจ ผู้เรียนสืบค้นตามบริบทสิ่งแวดล้อมและสังคมของตนเอง มีกระบวนการศึกษา สืบค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต เว็บไซต์ต่างๆ รวบรวมข้อมูลสิ่งที่ จะสำรวจเสนอหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบและอภิปราย นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น สืบค้น และ ตรวจสอบ ของผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสังคมและสภาพแวดล้อม นำเสนอโดยใช้พาวเวอร์พอยต์หรือวีดิทัศน์ นักเรียนร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ปฏิบัติการ นักเรียนหาวิธีและลงมือปฏิบัติ ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงกับสังคมในปัจจุบันไปในทางที่ดีขึ้น โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เช่น การเขียนบทความ การจัดทำเว็บไซต์ การจัดการประชุม/สัมมนา ขยายความรู้สู่ชุมชน

ขั้นที่ 5 ประเมินผล ประเมินผลสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการศึกษา ค้นคว้าและลงมือปฏิบัติ ซึ่งประเมินจากชิ้นงานของนักเรียน

กล่าวได้ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อมสามารถประยุกต์ได้จากแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เนื่องจากแนวคิดสำคัญคือ การเน้นนักเรียนให้คุณภาพมากที่สุด ดังนั้นแล้วควรเป็นจัดการการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางแห่ง ปัญหา นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนควรเป็นผู้ระบุปัญหาที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ที่เกิดขึ้นจริงในชุมชน เมืองที่อาศัย ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ควรจัดให้เหมาะสมกับบริบท รายวิชา โรงเรียน จำนวนนักเรียนและวัยของนักเรียนให้มากที่สุด สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science Technology Society and Environment, STSE) มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) จะเห็นว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันมากนัก ใน งานวิจัยผู้วิจัยสนใจการจัดการเรียนรู้ของ นฤมล ยุติาคม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและ สิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science Technology Society and Environment, STSE) มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) จึงนำเสนอการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ดังนี้

วิธีการประเมินผลที่ครูใช้จะต้องเป็นวิธีการที่นักเรียนได้แสดงออกว่าเขามีความรู้และ สามารถทำอะไรบ้าง เป็นการให้ข้อมูลกับครูผู้สอนถึงความเข้าใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน สิ่งที่สำคัญเท่ากับการประเมินผลโดยครู คือนักเรียนจะต้องมีส่วนในการประเมินผลตนเองด้วย

วิธีการประเมินผลโดยครู ได้แก่

1. การใช้ข้อสอบวัดความรู้ความเข้าใจในมิติทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด วิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. การประเมินงานการปฏิบัติ (Performance Assessment) เป็นการประเมินจากงานที่ให้ผู้เรียนแสดงออกถึงความสามารถในการทำงานที่เป็นการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดวิจารณ์งานการปฏิบัติ รวมถึงงานโครงการที่กำหนดให้นักเรียนทำ

3. การสังเกตของครูโดยใช้แบบตรวจสอบรายการพฤติกรรม

วิธีการประเมินโดยนักเรียน ได้แก่

1. การประเมินตนเองเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ทั้งในเรื่องความรู้ ทักษะและเจตคติ การประเมินตนเองรวมถึงการประเมินการทำงานของเพื่อนในกลุ่ม ด้วยวิธีการที่ใช้ในการประเมินตนเอง อาจจัดทำเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) หรือให้เขียนอนุทิน (Journal)

2. การใช้แฟ้มสะสมผลงานเป็นการให้นักเรียนรวบรวมตัวอย่างผลงานของนักเรียนเองได้ตัดสินใจเลือกผลงานที่เป็นตัวแทนความรู้ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเอง

พาริตา มาฮามัด (2553, น.29) การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ที่ประเมินจากการแสดงออกจากการปฏิบัติความรู้ ความสามารถ ทักษะ กระบวนการ ความรู้สึกและคุณลักษณะอื่นๆ ซึ่งมีวิธีการประเมินที่หลากหลาย ทั้งครูและนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการประเมินการเรียนการสอน

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้ ต้องเข้าใจกระบวนการของนักเรียนในการเข้าใจประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสังคมมากกว่า การวัด เพื่อตัดสินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละรายบุคคล

สรุปได้ว่า เป็นการประเมินผลตามสภาพจริง ที่ประเมินการแสดงออกของนักเรียนจากการลงมือปฏิบัติ ว่าเขามีความรู้ ความสามารถ ทักษะกระบวนการ ซึ่งมีวิธีการประเมินอย่างหลากหลาย โดยครูและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล

1.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (Science Technology Society and Environment, STSE) มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) จึงมีนักวิชาการนำเสนอประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ลักษณะเด่นและความเฉพาะตัวของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมก่อให้เกิดคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์จากการเรียนรู้ ดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในการสำรวจปัญหาโดยกระบวนการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สร้างทางเลือกและตัดสินใจ ในสถานการณ์จริง ดังนั้น นักเรียนจะได้พัฒนาเกี่ยวกับความตั้งใจ ความคิดของตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้นและสามารถแสดงออกให้ผู้อื่นทราบได้ด้วยการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม นอกจากจะใช้ความรู้และเทคนิคที่เกิดจาก

ประสบการณ์ของมนุษย์และค่านิยมแล้ว ยังต้องใช้องค์ประกอบด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมืองและความเป็นมนุษย์ร่วมด้วย

2. บริบทของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทำให้ได้กรอบที่กว้างขึ้นสำหรับการพัฒนาทักษะทางสติปัญญา เช่น การแก้ปัญหา การตัดสินใจ การตัดสินใจทางจริยธรรมและสังเคราะห์ความรู้

3. เนื่องจากปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมปัจจุบันมีความเฉพาะตัวอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง จึงกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะประยุกต์ความรู้ของพวกเขา ทั้งในการวางแผนและกระทำการแก้ปัญหาอย่างตั้งใจ โดยจุดเน้นอยู่ที่ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นำไปใช้งานได้

4. สังคมเทคโนโลยีระดับสูงในปัจจุบันต้องการพลเมืองที่มีความรู้ มีวิสัยทัศน์ที่ทันสมัย และมีทักษะทางสติปัญญาที่พัฒนาแล้ว การเพิ่มเนื้อหาเทคโนโลยีเข้าไปในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ จึงเป็นผลดีต่อท้องถิ่น ประเทศชาติ การประกอบอาชีพ และมีผลโดยตรงต่อการดำรงชีวิต

5. ความรู้ไม่ว่าจะเป็นข้อเท็จจริงหรือวิธีการ จะมีความหมายเมื่อมันถูกใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ยึดแต่เนื้อหาจะไม่สามารถทำให้สิ่งที่ถูกสอนมีความหมายสมบูรณ์ได้ แนวทางของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม จึงถูกออกแบบมาเพื่อให้นักเรียนเกิดผลสำหรับนักเรียนส่วนใหญ่ โดยการกระตุ้นให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับการนำความรู้ที่เรียนมาแล้วไปใช้ให้เป็นประโยชน์แก่ตนเองและสังคม เฮิร์ด (Hurd, 1986)

หวัง (Wang, 1994) สรุปว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมที่พัฒนาขึ้นมาจะพัฒนานักเรียนในด้านต่าง ๆ ได้แก่

1. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
2. ทักษะกระบวนการคิดขั้นสูง
3. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
4. การวิเคราะห์คุณค่าและค่านิยม
5. จริยธรรมและศีลธรรม
6. การพิจารณาและการตัดสินใจ
7. การแก้ปัญหา
8. ทักษะกระบวนการกลุ่ม

เกียร์ตัสกีด์ ชินวงศ์ (2544) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ส่วนมากพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีการอภิปรายโต้แย้งในประเด็นต่างๆ อย่างกว้างขวางและมีความกระตือรือร้น
2. นักเรียนมีความสามารถในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และความสร้างสรรค์ที่ดี
3. ทำให้นักเรียนเป็นตระหนักและสนใจเลือกอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. นักเรียนมีความสนใจ เกิดแรงจูงใจขณะที่เรียน ทำให้ผู้เรียนตระหนักต่อประเด็นสิ่งแวดล้อมและทำให้นักเรียนได้เรียนรู้โมดิกกับวิชาอื่นๆ

5. นักเรียนมีเจตคติในทางบวกและพัฒนาเจตคติในทางบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์และห้องเรียนวิทยาศาสตร์

6. นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้โมดิกทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ได้

ณัฐวิทย์ พจนตันติ (2546) กล่าวว่า ประโยชน์ที่สำคัญที่สุดของการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม คือการที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ในการค้นคว้าหาความรู้ การรู้จักคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การผสมผสานแนวคิดทางวิทยาศาสตร์กับประสบการณ์ของนักเรียนเอง และได้ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจากการทำงานกลุ่มแบบร่วมมือกัน ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาการของนักเรียนในด้านต่างๆ ดังนี้ คือ

1. สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ใหม่ได้
2. สามารถประยุกต์ใช้ข้อมูล โยงความสัมพันธ์ของข้อมูลกับสถานการณ์อื่น ทำงานได้ด้วยตนเองและสามารถตัดสินใจเองได้ดียิ่งขึ้น
3. มีเจตคติที่ดีต่อชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ต่อประโยชน์ของการเรียน และอาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์
4. มีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น

ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ว่า ช่วยพัฒนาส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านการสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง ตระหนักเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ปัจจุบัน โดยการนำเอาประเด็นปัญหาที่มีในท้องถิ่น ชุมชน ประเทศชาติ และระดับโลก มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีเหตุผลในการตัดสินใจ กล้าคิด กล้าแสดงออก และการประยุกต์ใช้ความรู้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ใช้สอนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมของนักเรียน และความคิดเห็นที่นักเรียนออกมานำไปใช้ในชีวิตจริงรัชนิกร ยิ่งชนะ (2554)

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีประโยชน์ต่อนักเรียน หลายประการ ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนแนวคิดพื้นฐานได้มากกว่าการเรียนรู้ที่เน้นตามหนังสือเรียน
2. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ทั้งที่บ้านและชุมชน
3. นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น
4. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี เป็นสมาชิกที่ดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม ชุมชนและท้องถิ่น
5. นักเรียนสามารถพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนชอบเรียนวิทยาศาสตร์และมีบทบาทในการเรียนมากขึ้น
6. นักเรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

กล่าวได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมและสิ่งแวดล้อม ควรพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมและสิ่งแวดล้อม สรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง
2. นักเรียนได้เรียนจากความเหตุการณ์จริงที่พบในชีวิตประจำวัน
3. นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น
4. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ได้ทั้งที่บ้านและชุมชน
5. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี เป็นสมาชิกที่ดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม ชุมชนและท้องถิ่น
6. นักเรียนสามารถพัฒนาเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนชอบเรียน วิทยาศาสตร์และมีบทบาทในการเรียนมากขึ้น
7. นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดจากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม
8. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาและตัดสินใจอย่างมีเหตุผลโดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดการปัญหาที่พบในสังคม

1.6 บทบาทครูผู้สอนและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม มาจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้ค้นหา คำตอบ ลงมือปฏิบัติหาความรู้ด้วยตนเองโดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ นักเรียนจะระดมสมองร่วมกัน ผู้วิจัยได้สนใจรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ของนฤมล ยุตาคม (2542) ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน ขั้นการสอน และขั้นประเมินผล ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำมาเฉพาะบางส่วนเท่านั้น คือ ขั้นการสอน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อมโดยมีบทบาทของครูผู้สอนและบทบาทของนักเรียนไว้ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 บทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

ขั้นที่	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1	ขั้นสงสัย (I wonder)	ขั้นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนโดยการสร้างสถานการณ์เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้นักเรียนเกิดความสงสัยโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	- จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยสร้างสถานการณ์/การนำเสนอข่าว/การดูวิดีโอ/คลิปวีดีโอ/การดูรูปภาพ/การเรียนรู้จากของจริง/การศึกษานอกสถาน/ การทดลองเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัย และสามารถตั้งคำถาม/ตั้งประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้	- นักเรียนเกิดความสงสัย/ตั้งคำถามประเด็นปัญหาที่สอดคล้องและสถานการณ์ที่กำหนดให้ - นักเรียนนำเสนอประเด็นปัญหา/การร่วมกันอภิปรายในการตั้งคำถาม
2	ขั้นวางแผน (I plan)	ขั้นการวางแผนการดำเนินงานเพื่อค้นหาคำตอบเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยการทำงานเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่ม ระบุแหล่งเรียนรู้ต่างๆ การสืบค้นข้อมูล	- ครูแนะนำนักเรียนให้นักเรียนวางแผนการดำเนินงานในการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มาใช้เพื่อค้นหาคำตอบตามประเด็นปัญหาที่นักเรียนเกิดความสงสัย - ครูให้คำปรึกษาและแนะนำนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูล	- นักเรียนร่วมมือกันวางแผนเพื่อค้นหาคำตอบตามประเด็นปัญหาที่นักเรียนสงสัย - นักเรียนระบุแหล่งเรียนรู้ในการสืบค้นข้อมูล - นักเรียนนำเสนอแผนการดำเนินงาน
3	ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate)	ขั้นค้นหาคำตอบโดยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาโดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามแผนการดำเนินงานที่เตรียมไว้เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป	- ครูเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ/เตรียมสื่อ / อุปกรณ์/แหล่งข้อมูล / วิธีการสืบค้น เช่น อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด วิทยากรให้ความรู้ ภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อนักเรียนในการค้นหาคำตอบรวดเร็วขึ้น - ประเมินการทำกิจกรรมการสืบค้นข้อมูล	- นักเรียนค้นหาคำตอบโดยเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสำรวจ/การทดลอง/การทดสอบ/การสร้างแบบจำลอง/การเก็บรวบรวมข้อมูลจากสื่อและแหล่งข้อมูล/บันทึกข้อมูลจากการค้นพบ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นที่	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
4	ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect)	ขั้นของการสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ เชื่อมโยงข้อสรุปที่ได้จากแหล่งข้อมูลเพื่อขยายความคิดและสรุปข้อค้นพบให้ชัดเจนเชื่อมโยงกับประเด็นที่สงสัย	- ครูใช้การตั้งคำถาม/เทคนิคในการให้ผู้เรียนสะท้อนความเข้าใจของตนเองออกมา - ครูแนะนำ/อำนวยความสะดวกในการนำเสนอข้อมูลจากข้อค้นพบของนักเรียนในรูปแบบต่างๆ แผนภาพ/แผนผัง ความคิด/ตาราง - ครูประเมินการสะท้อนความคิดของนักเรียน	- นักเรียนสามารถสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยใช้ข้อมูลที่ค้นพบในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆ
5	ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share)	ขั้นการฝึกกระบวนการสื่อสารของนักเรียน การนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการค้นพบมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ซึ่งกันและกัน	- ครูเสนอแนวทางในการนักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็น/ประสบการณ์ กับกลุ่มของเพื่อน เช่น การนำเสนอ /การจัดนิทรรศการ /การจัดทำโปสเตอร์/การแต่งกลอน/รูปแบบ power point - การกระตุ้นให้นักเรียนร่วมอภิปราย เสนอความคิดเห็นซึ่งกันและกัน - ครูจัดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานของนักเรียนมากกว่าในห้องเรียน - ครูจัดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลงานของตนเองและของเพื่อน - ครูประเมินผลการนำเสนอข้อมูลการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	- นักเรียนสามารถสื่อสารข้อค้นพบและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกันตามวิธีที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจ - นักเรียนได้รับความรู้ อย่าง หลากหลายมากขึ้นจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ - ฝึกกล้าแสดงออก และทักษะการสื่อสาร

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ขั้นที่	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ความหมาย	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
6	ชั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act)	ชั้นนำความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สู่การปฏิบัติหรือนำเสนอข้อที่ค้นพบแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้ไขปัญหาจริง ในโรงเรียนและชุมชน รวมทั้งการนำเสนอเผยแพร่ผลงานจากการเรียนรู้	- ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และสามารถเผยแพร่สิ่งที่เรียนรู้ให้กับผู้อื่น เช่น การจัดนิทรรศการ/ การจัดทำป้ายนิเทศ/ การทำป้าย/ วรรณคดี /เสียงตามสาย/ การทำโครงการ - ครูเป็นที่ปรึกษาเสนอแนะและติดตามการปฏิบัติ - ครูประเมินผลงานการลงมือปฏิบัติของนักเรียน	- นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปลงมือปฏิบัติจริง ในการแก้ปัญหาให้เกิดประโยชน์กับตนเองและสังคม - นักเรียนมีทักษะในการสื่อสารเผยแพร่ความรู้ในรูปแบบต่างๆ - นักเรียนมีส่วนร่วมในการพัฒนาโรงเรียน สังคมและประเทศชาติ - นักเรียนประเมินตนเองและประเมินเพื่อน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นักวิชาการได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ กู๊ด (Good, 1973) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ การเข้าถึงความรู้ วิทยาศาสตร์หรือการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ปกติพิจารณาจากคะแนนที่กำหนด หรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูผู้สอนมอบหมายหรือทั้งสองอย่าง

กัญญา ลินทรตันศิริกุล (2550, น.286) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างๆ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ซึ่งหลักสูตรแต่ละระดับได้กำหนดหลักการไว้ต่างกัน แต่หลักการสำคัญที่มุ่งเน้นคือเพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ ความสามารถ และนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะฉะนั้นในการที่จะพิจารณานักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรหรือไม่ก็ต้องใช้เครื่องมือวัด

อุษาวดี จันทรสนธิ (2555) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ และทักษะทางวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาสาระตามหลักสูตร ปัจจุบันผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานได้รวมกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher-cognitive process) เข้าไปด้วย เนื่องจากหลักสูตรในปัจจุบันเป็นหลักสูตรอิงมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเน้นตัวชี้วัดที่เป็นทักษะการคิดขั้นสูง การให้เหตุผลและการแก้ปัญหา

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางนิเทศศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางนิเทศศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางนิเทศศาสตร์เป็นกระบวนการคิดและการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริง ความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติและจากสถานการณ์อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางนิเทศศาสตร์

บลูม (Bloom, 1976) เชื่อว่า การเรียนการสอนที่จะประสบความสำเร็จและมีประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนแน่นอน เพื่อให้ผู้สอนกำหนดและจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพได้ถูกต้อง โดยได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในรายวิชานิเทศศาสตร์ไว้ดังนี้

พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นพฤติกรรมในด้านความรู้และความคิด ระลึกได้และจำได้ ในความรู้ทั้งหลายที่เรียนมาแล้ว นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ สามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ รวบรวมและประมวลข้อมูลต่างๆ เป็นความรู้ใหม่ สามารถประเมินค่าในเรื่องต่างๆ ได้

จิตพิสัย (Affective Domain) เป็นพฤติกรรมด้านความรู้สึกและเจตคติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียนเกี่ยวกับความสนใจ ค่านิยม การปรับตัว คุณค่า คุณธรรม และความดีงามโดยการปฏิบัติเป็นนิสัย

ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นพฤติกรรมที่เน้นทักษะขณะเคลื่อนไหว อวัยวะและกลไกต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งหมายถึง ทักษะกระบวนการทางนิเทศศาสตร์

จากข้อมูลข้างต้นพอสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์ได้ว่าเป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่เกิดจากการรับรู้ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชานิเทศศาสตร์ตามหลักสูตรของบุคคลที่ได้รับหลังจากการจัดการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง รวมถึงกระบวนการทางนิเทศศาสตร์และเจตคติทางนิเทศศาสตร์ แต่ในที่นี้ ผู้วิจัยได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์ที่เกิดขึ้นในด้านพุทธิพิสัยหรือด้านความรู้ความจำและความคิดในความรู้ทางนิเทศศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว

2.2 การจำแนกและพฤติกรรมบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์

นักวิชาการได้การจำแนกและพฤติกรรมบ่งชี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิเทศศาสตร์ไว้ดังนี้

บลูม (Bloom, 1976) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน

1. พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) พฤติกรรมด้านสมอง เป็นพฤติกรรมเกี่ยวกับสติปัญญา ความรู้ ความคิด ความเฉลียวฉลาด ความสามารถในการคิดเรื่องราวต่างๆ อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญา พฤติกรรมทางพุทธิพิสัย 6 ระดับ ได้แก่

1.1 ความรู้ความจำ (Knowledge) ความสามารถในการเก็บรักษามวลประสบการณ์ต่าง ๆ จากการที่รับรู้ไว้และระลึกสิ่งนั้นได้เมื่อต้องการ เปรียบเทียบดังเทปบันทึกเสียงหรือวีดิทัศน์ที่สามารถเก็บเสียงและภาพของเรื่องราวต่างๆ ได้ สามารถเปิดฟังหรือดูภาพเหล่านั้นได้เมื่อต้องการ

1.2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญของสื่อ และสามารถแสดงออกมาในรูปของการแปลความ ตีความ คาดคะเน ขยายความ หรือ การกระทำอื่น ๆ

1.3 การนำความรู้ไปใช้ (Application) เป็นขั้นที่นักเรียนสามารถนำความรู้ประสบการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ซึ่งจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจ จึงจะสามารถนำไปใช้ได้

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) นักเรียนสามารถคิด หรือ แยกแยะเรื่องราวสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เป็นองค์ประกอบที่สำคัญได้ และมองเห็นความสัมพันธ์ของส่วนที่เกี่ยวข้องกัน ความสามารถในการวิเคราะห์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความคิดของแต่ละคน

1.5 การสังเคราะห์ (Synthesis) ความสามารถในการที่ผสมผสานส่วนย่อย ๆ เข้าเป็นเรื่องราวเดียวกันอย่างมีระบบ เพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ที่สมบูรณ์และดีกว่าเดิม อาจเป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย การกำหนดวางแผนวิธีการดำเนินงานชิ้นใหม่ หรือ อาจจะทำให้เกิดความคิดในอันที่จะสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้นมาในรูปแบบหรือแนวคิดใหม่

1.6 การประเมินค่า (Evaluation) เป็นความสามารถในการตัดสินใจ ตีราคา หรือ สรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่างๆ ออกมาในรูปของคุณธรรมอย่างมีกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นไปตามเนื้อหาสาระในเรื่องนั้นๆ หรืออาจเป็นกฎเกณฑ์ที่สังคมยอมรับก็ได้

2. จิตพิสัย (Affective Domain) พฤติกรรมด้านจิตใจ ค่านิยม ความรู้สึก ความซาบซึ้ง ทัศนคติ ความเชื่อ ความสนใจและคุณธรรม พฤติกรรมด้านนี้อาจไม่เกิดขึ้นทันที ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และสอดแทรกสิ่งที่ดีงามอยู่ตลอดเวลา จะทำให้พฤติกรรมของนักเรียนเปลี่ยนไปในแนวทางที่พึงประสงค์ได้

3. ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) พฤติกรรมที่บ่งถึงความสามารถในการปฏิบัติงานได้อย่างคล่องแคล่วชำนาญ ซึ่งแสดงออกมาได้โดยตรงโดยมีเวลาและคุณภาพของงานเป็นตัวชี้ระดับของทักษะ

แอนเดอร์สันและแครทวอลล์ (Anderson & Krathwohl, 2001) ได้ทำการปรับปรุงการจำแนกจุดมุ่งหมายทางการศึกษาใหม่เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานและปรับปรุงและนำเสนอแนวคิดไว้ในหนังสือเรื่อง “A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Outcomes” ในปี 2001 เป็นการปรับเปลี่ยนจุดประสงค์ทางการด้านพุทธิปัญญาในสองประเด็นคือการปรับเปลี่ยนขั้นตอนและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญาและเพิ่มโครงสร้างจากมิติเดียวเป็นสองมิติ ดังนี้

1. การปรับเปลี่ยนลำดับขั้นและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญายังคงมี 6 กระบวนการเหมือนเดิมแต่ 3 กระบวนการแรกเปลี่ยนชื่อเป็นจำ (Remember) เข้าใจ (Understand) และประยุกต์ใช้ (Apply) ส่วนสามกระบวนการหลังเปลี่ยนชื่อที่มีลักษณะเป็นคำนามไปเป็นคำกริยาและสลับที่กับระหว่างกระบวนการที่ 5 กับ 6 และสร้างสรรค์ (Create) เปลี่ยนชื่อมาจากการสังเคราะห์ (Synthesis) ดังตาราง 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 กระบวนการและคำศัพท์ที่ใช้ในกระบวนการพุทธิปัญญาของบลูมแบบดั้งเดิมและแบบปรับปรุงใหม่

กระบวนการและคำศัพท์เดิม	กระบวนการและคำศัพท์ใหม่
1. ความรู้ (Knowledge)	1. จำ (Remember)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. เข้าใจ (Understand)
3. การนำไปใช้ (Application)	3. ประยุกต์ใช้ (Apply)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	4. วิเคราะห์ (Analyze)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ประเมินค่า (Evaluate)
6. การประเมินค่า (Evaluation)	6. สร้างสรรค์ (Create)

กระบวนการและคำศัพท์ใหม่อธิบายได้ดังนี้

1.1 จำ (Remember) หมายถึง ความสามารถในการดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในหน่วยความจำระยะยาวออกมาแบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1.1 จำได้ (Recognizing)

1.1.2 ระลึกได้ (Recalling)

1.2 เข้าใจ (Understand) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดความหมายของคำพูดตัวอักษรและการสื่อสารจากสื่อต่างๆ ที่เป็นผลมาจากการสอนแบ่งประเภทย่อยได้ 7 ลักษณะ คือ

1.2.1 ตีความ (Interpreting)

1.2.2 ยกตัวอย่าง (Exemplifying)

1.2.3 จำแนกประเภท (Classifying)

1.2.4 สรุป (Summarizing)

1.2.5 อนุมาน (Inferring)

1.2.6 เปรียบเทียบ (Comparing)

1.2.7 อธิบาย (Explaining)

1.3 ประยุกต์ใช้ (Apply) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการหรือใช้ระเบียบวิธีการภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดให้แบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะคือ

1.3.1 ดำเนินงาน (Executing)

1.3.2 ใช้เป็นเครื่องมือ (Implementing)

1.4 วิเคราะห์ (Analyze) หมายถึง ความสามารถในการแยกส่วนประกอบของสิ่งต่างๆ และค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบความสัมพันธ์ระหว่างของส่วนประกอบกับโครงสร้างรวมหรือส่วนประกอบเฉพาะแบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

1.4.1 บอกความแตกต่าง (Differentiating)

1.4.2 จัดโครงสร้าง (Organizing)

1.4.3 ระบุคุณลักษณะ (Attributing)

1.5 ประเมินค่า (Evaluate) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจโดยอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานแบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ

1.5.1 ตรวจสอบ (Checking)

1.5.2 วิพากษ์วิจารณ์ (Critiquing)

1.6 สร้างสรรค์ (Create) หมายถึง ความสามารถในการรวมส่วนประกอบต่างๆ เข้าด้วยกันด้วยรูปแบบใหม่ๆ ที่มีความเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุผลหรือทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบแบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

1.6.1 สร้าง (Generating)

1.6.2 วางแผน (Planning)

1.6.3 ผลิต (Producing)

2. เปลี่ยนโครงสร้างมิติเดียวเป็นสองมิติแอนเดอร์สันและแครทท์ได้เพิ่มโครงสร้างในมิติด้านความรู้ (Knowledge Dimension) เข้ามาในโครงสร้างของจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิปัญญาทำให้โครงสร้างใหม่มีลักษณะเป็นสองมิติที่ประกอบด้วยมิติด้านกระบวนการพุทธิปัญญาและมิติด้านความรู้แสดงได้ดังภาพประกอบ 4 และอธิบายความหมายของมิติด้านความรู้ที่เพิ่มเติมเข้ามาได้ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Factual Knowledge) หมายถึง ส่วนประกอบพื้นฐานที่นักเรียนจะต้องรู้เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับสาขาวิชาที่เรียนหรือใช้ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องแบ่งประเภทย่อยได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1.1 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์เฉพาะ (Knowledge of Terminology)

2.1.2 ความรู้เฉพาะเกี่ยวกับรายละเอียดหรือส่วนประกอบ (Knowledge of Specific Details and Elements)

2.2 ความรู้เกี่ยวกับบทนิทัศน์ (Conceptual Knowledge) หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบพื้นฐานภายใต้โครงสร้างขนาดใหญ่ที่มีการทำงานร่วมกันแบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะคือ

2.2.1 ความรู้เกี่ยวกับการแบ่งชั้นและจำแนกประเภท (Knowledge of Classifications and Categories)

2.2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและการสรุปอ้างอิง (Knowledge of Principles and Generalizations)

2.2.3 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีโมเดลและโครงสร้าง (Knowledge of Theories, Models, and Structures)

2.3 ความรู้เกี่ยวกับวิธีดำเนินการ (Procedural Knowledge) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับวิธีการทำงานเช่นวิธีการหาความรู้ด้วยการสืบสวนสอบสวนและหลักเกณฑ์ในการใช้ทักษะขั้นตอนเทคนิคและวิธีการแบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

2.3.1 ความรู้เกี่ยวกับทักษะและขั้นตอนในเนื้อหาเฉพาะ (Knowledge of Subject-Specific Skills and Algorithms)

2.3.2 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการในเนื้อหาเฉพาะ (Knowledge of Subject-Specific techniques and Methods)

2.3.3 ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ที่ใช้เป็นแนวทางในกำหนดระเบียบวิธีการทำงานที่เหมาะสม (Knowledge of Criteria for Determining When to Use Appropriate Procedures)

2.4 ความรู้เกี่ยวกับอภิปัญญา (Metacognitive Knowledge) หมายถึงความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทั่วไปมีความตระหนักและมีความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเองแบ่งประเภทย่อยได้ 3 ลักษณะ คือ

2.4.1 ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธี (Strategic Knowledge)

2.4.2 ความรู้เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในงานประกอบด้วยสถานการณ์ที่เหมาะสมในการทำงานและรู้เงื่อนไขในการทำงาน (Knowledge About Cognitive Tasks, Including Appropriate Contextual and Conditional Knowledge)

2.4.3 ความรู้เกี่ยวกับตนเอง (Self-knowledge)

จากการศึกษาพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า ควรวัดพฤติกรรมของผู้เรียนใน 3 ด้าน ได้แก่ พุทธิพิสัย จิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นผู้วิจัยได้วัดในด้านความคิดตามแนวคิดของบลูมได้แบ่งพฤติกรรมออกเป็น 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์

2.3 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.3.1 ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ทิวต์ธ มณีโชติ (2549) ได้กล่าวถึง ประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) แบ่งได้ออกเป็น 4 ชนิดได้แก่

1.1 แบบถูกผิด (True – false items) เป็นแบบวัดที่ให้ผู้ตอบตัดสินใจเลือกว่าแต่ละข้อนั้นถูกหรือผิดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อคำถามเดี่ยว และข้อคำถามชุดจากสาระที่กำหนด

1.2 แบบจับคู่ (matching items) แบบวัดประเภทนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ข้อความคือข้อความที่เป็นคำถาม (Premises หรือ Descriptions) กับข้อความที่เป็นคำตอบ

1.3 แบบเติมคำ (Completion items) เป็นข้อสอบที่ต้องการให้ผู้สอบเติมคำหรือข้อความสั้นๆ ในส่วนที่เว้นว่างไว้ให้เป็นประโยคที่ถูกต้องสมบูรณ์

1.4 แบบเลือกตอบ (Multiple choice test) เป็นแบบวัดที่นิยมใช้กันมากสำหรับแบบปรนัย เพราะสามารถวัดได้ทุกระดับพฤติกรรมของการวัดศักยภาพทางสมอง ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบที่นิยมใช้มากในปัจจุบันทั่วโลก

2. แบบอัตนัย เป็นแบบที่ให้ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นจึงเหมาะสำหรับการวัดความรู้ขั้นสูงกว่าความจำและความเข้าใจข้อสอบอัตนัยแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 แบบจำกัดคำตอบคือให้นักเรียนตอบตามประเด็นที่ระบุไว้

2.2 แบบไม่จำกัดคำตอบคือให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี

2.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.4.1 การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537) ได้กล่าวถึงหลักในการวางแผนสร้างแบบวัด ไว้ดังนี้

1. ระบุวัตถุประสงค์ของการใช้แบบวัดให้ชัดเจน
2. ข้อสอบในแต่ละข้อในแบบทดสอบจะต้องเป็นตัวแทนของสิ่งที่ได้สอนไปแล้ว

ตามหลักสูตร

3. จำนวนข้อสอบจะต้องเป็นสัดส่วนกับความสำคัญมากน้อยในสิ่งที่ผู้สอนได้

เน้นในการสอน

4. การจัดทำตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อใช้เป็น

แนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

เยาวดี วิบูลศรี (2549) ได้กล่าวถึงกรรมวิธีในการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถแบ่งออกได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอนให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นตอนที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะหรือผังของแบบวัด เพื่อแสดงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่างๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้น กระชับ และมีความชัดเจน

ขั้นตอนที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2555) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีการดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร การสร้างแบบวัดควรเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์หลักสูตรและการสร้างตารางวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังที่จะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ซึ่งผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยการศึกษาตารางวิเคราะห์หลักสูตรและจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาและตัดสินใจเลือกใช้ชนิดของข้อสอบที่จะใช้วัดว่าเป็นแบบใด โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยนักเรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจหลักและวิธีการเขียนข้อสอบ

4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

5. ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณาทบทวนตรวจทานข้อสอบอีกครั้ง ก่อนที่จะจัดพิมพ์และนำไปใช้ต่อไป

6. จัดพิมพ์แบบวัดฉบับทดลอง เมื่อตรวจทานข้อสอบเสร็จแล้วให้พิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จัดทำเป็นแบบวัดฉบับทดลอง โดยมีคำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีตอบแบบวัด (direction) และจัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบวัดไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบ ให้มีคุณภาพ โดยสภาพการปฏิบัติจริงของการวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบวัดไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อการปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป

8. จัดทำแบบวัดฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจัดทำเป็นแบบวัดฉบับจริงที่นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

บุญชม ศรีสะอาด (2546, น. 56-58) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่าดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบขั้นแรก จะต้องทำการวิเคราะห์ว่าวิชาหรือหัวข้อที่สร้างข้อสอบวัดผลนี้มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวข้องความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหากับสมรรถภาพที่ต้องการวัด ขั้นแรกสุดพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมข้อสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อย เขียนลำดับความสำคัญลงไป แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละหัวข้อตามอันดับความสำคัญ จากนั้นกำหนดจำนวนข้อในแต่ละช่องจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละช่อง ซึ่งการวิเคราะห์จุดประสงค์ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแนวความคิดในการวัดที่นิยมกัน ได้แก่ การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ด้าน ดังที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการวัดและการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. กำหนดแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ หลักการเขียนคำถาม สมรรถภาพต่างๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบโดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพ ส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในขั้นที่ 2

4. ตรวจทานข้อสอบนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาความถูกต้องตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจ

ง่าย เหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลงเหมาะสมกับเข้ากับหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังพิจารณาข้อบกพร่องแล้วนำเอาข้อวิจารณ์นั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบวัดฉบับทดลองนำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบวัด โดยพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการทำแบบวัดไว้ที่ปกของแบบวัดอย่างละเอียดและชัดเจน จัดพิมพ์รูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบวัดไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาเนื้อหาที่จะสอบ แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนนทำการวิเคราะห์คุณภาพคัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบเข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเที่ยง

7. พิมพ์แบบวัดฉบับจริงนำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกและระดับความยากเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการในขั้นตอนที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบวัดฉบับที่จะใช้จริง ซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความปลอดภัยความถูกต้องซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

สมนึก ภัททิยธนี (2551) ได้กล่าวสรุปถึงการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

1. ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิดและทุกครั้งที่ออกข้อสอบชนิดใดควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้นๆ ด้วย

2. ข้อสอบชนิดใดก็ตามหากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีหลายประการก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น

3. ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมาก การพิมพ์และการตรวจข้อสอบสามารถใช้เครื่องจักรทดแทนการตรวจด้วยคน จึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ

4. โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้งน่าจะใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิดก็มีประสิทธิภาพเพียงพอแล้ว ได้แก่ ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงกับข้อสอบแบบเลือกตอบส่วนข้อสอบชนิดอื่นๆ น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัดหรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อยเพื่อย่อยจุดใจให้นักเรียนสนใจในวิชาที่กำลังสอน และสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 3 ชนิดนี้ กล่าวคือ

4.1 ถ้าเป็นข้อสอบแบบกาถูก-กาผิดควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ

4.2 ถ้าเป็นข้อสอบแบบจับคู่ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดตัวเลือกคงที่

4.3 ถ้าเป็นข้อสอบเติมคำหรือตอบสั้นๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหรือแบบอัตนัยถ้าตอบยาว

กล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือวัดความรู้และทักษะในเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้เรียนรู้หลังจากที่มีการจัดการเรียนการสอนเป็นสำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ให้ข้อสารสนเทศแก่ครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาว่าการสอนบรรลุเป้าหมายของการจัดเรียนรู้มากน้อยเพียงใด และสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนว่ามีคุณภาพ

ประสิทธิภาพหรือไม่ และต้องปรับปรุงแก้ไข อย่างไร เพราะฉะนั้นแบบวัดที่ใช้จะต้องมีคุณภาพในทุก ๆ ด้าน จึงสามารถใช้ในการประเมินได้ถูกต้องและแม่นยำ พบว่าโดยสภาพการปฏิบัติจริงของการวัดผลสัมฤทธิ์ในโรงเรียนมักไม่ค่อยมีการทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ ส่วนใหญ่นำแบบวัดไปใช้ทดสอบแล้วจึงวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อการปรับปรุงข้อสอบและนำไปใช้ในครั้งต่อไป มีวิธีการสร้างดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนมุ่งหวังที่จะให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง โดยต้องเลือกให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเหมาะสมกับวัยนักเรียน
4. เขียนข้อสอบ ผู้ออกข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่เขียนไว้แล้วมีความถูกต้องตามหลักวิชา
6. จัดพิมพ์แบบวัดฉบับทดลอง จัดทำเป็นแบบวัดฉบับทดลอง
7. ทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ การทดสอบและวิเคราะห์ข้อสอบเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบวัดไปทดสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง
8. นำผลการสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ
9. จัดทำแบบวัดฉบับจริง จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพหรือคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้งหรือปรับปรุงแก้ไขให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจัดทำเป็นแบบวัดฉบับจริงที่นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2.4.2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ไพศาล หวังพานิช (2526) กล่าวว่า ผลของการวัดจะถูกต้องเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของแบบวัด นั่นคือ แบบวัดนั้นต้องมีคุณสมบัติที่ดี ซึ่งมีดังนี้

1. ความตรงหรือความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง แบบวัดนั้นให้ผลการวัดได้ตรงคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ ความตรงของแบบวัดนี้อาจพิจารณาได้หลายลักษณะดังนี้

- 1.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) หมายถึงคุณลักษณะของแบบวัดที่สามารถวัดเนื้อหาครอบคลุมตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร และเป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาที่ต้องการวัด ความตรงประเภทนี้มีความจำเป็นมากสำหรับแบบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้กับตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปโดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ความตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) หรือความตรงตามทฤษฎี หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดที่สามารถวัดได้ผลตรงหรือสอดคล้องกับทฤษฎีของสิ่งที่วัดครั้งนั้น

1.3 ความตรงตามพยากรณ์ (Predictive validity) หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดที่สามารถทำนายความสามารถ หรือความสำเร็จในอนาคตได้ ความตรงประเภทนี้จำเป็นมากสำหรับแบบวัดความถนัด หาได้โดยให้ทำแบบวัดแล้วรอเวลาให้ผ่านไประยะหนึ่ง ต่อจากนั้นจึงหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบตอนแรกกับผลสัมฤทธิ์ในระยะต่อมา

1.4 ความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดที่สามารถวัดความสามารถหรือคุณลักษณะต่างๆ (Traits) ได้ตามสภาพที่แท้จริงของบุคคล เช่น ผู้ที่มีความสามารถในเรื่องนั้นสูงก็ต้องทำแบบวัดวิชานั้นได้คะแนนสูง

2. ความเที่ยงหรือความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดที่สามารถวัดแล้วได้ผลคงเดิม ไม่ว่าจะนำมาใช้วัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ผู้สอบคนหนึ่งสอบได้คะแนนสูงในการสอบครั้งแรก เมื่อให้สอบด้วยแบบวัดเดิมอีกครั้งควรได้คะแนนสูงด้วย การคำนวณหาค่าความเที่ยงมีหลายวิธีดังนี้

2.1 แบบสอบซ้ำ (Test retest) โดยการนำแบบวัดฉบับหนึ่งไปสอบกับผู้เรียนกลุ่มเดิม 2 ครั้งระยะเวลาใกล้เคียงกันประมาณ 3-4 สัปดาห์ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบสองครั้งมาคำนวณค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ถ้าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการสอบทั้ง 2 ครั้งสูง แสดงว่าแบบวัดฉบับนั้นมีค่าความเที่ยงสูง การหาค่าความเที่ยงวิธีนี้ถ้าเว้นระยะห่างการสอบครั้งแรกกับครั้งที่สองน้อยเกินไป อาจได้ค่าความเที่ยงสูงกว่าความเป็นจริงเพราะผู้สอบอาจจำวิธีการตอบครั้งแรกได้

2.2 แบบแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half) วิธีนี้จะนำผลที่ได้จากการทดสอบครั้งเดียวมาแบ่งเป็น 2 ชุด เช่น คะแนนของข้อคู่และข้อคี่ แล้วนำคะแนนทั้งชุดมาหาค่าความสัมพันธ์ ต่อจากนั้นจึงนำค่าสหสัมพันธ์ของคะแนนข้อคู่และข้อคี่ไปขยายให้เป็นค่าความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของสเปียร์แมนบราวน์ (Spearman Brown) อีกครั้งหนึ่ง การคำนวณหาค่าความเที่ยงโดยวิธีนี้มักจะได้ค่าความเที่ยงที่สูงกว่าวิธีอื่น

2.3 แบบคู่ขนาน (Parallel form) วิธีนี้จะใช้แบบทดสอบ 2 ชุด ที่มีเนื้อหาและความยากพอๆ กัน นำไปสอบกับผู้สอบกลุ่มเดียวกันแล้วนำผลการสอบจากแบบวัดทั้งสองชุดมาหาค่าความสัมพันธ์ วิธีนี้จะสร้างแบบทดสอบให้มีเนื้อหาและความยากพอๆ กันได้ยาก

2.4 แบบวัดความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) วิธีนี้จะใช้ผลการสอบเพียงครั้งเดียว วิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ วิธีของคูเดอร์และริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson) โดยมีสูตร KR-20 ดังนี้

$$r_{tt} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าความเที่ยงของแบบวัด

k คือ จำนวนข้อทดสอบในแบบวัด

p คือ สัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

q คือ สัดส่วนของผู้ตอบผิด ($q = 1 - p$)

s^2 คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งฉบับ

$$\text{โดยที่ } S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$$

เมื่อ N คือ จำนวนผู้สอบ

X คือ คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

คุณลักษณะด้านความเที่ยงของแบบวัดนี้จะมีปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลทำให้ค่าความเที่ยง ของแบบวัดต่ำได้ เช่น จำนวนข้อสอบน้อย ข้อสอบในแบบวัดไม่ได้วัดคุณลักษณะเดียวหรือไม่มีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneity) ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำ ข้อสอบที่ง่ายมากและยากมากๆ ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยต่ำ กลุ่มผู้สอบที่มีความสามารถใกล้เคียงกัน ระดับความสามารถเฉลี่ยของกลุ่มผู้ตอบที่สูงและต่ำกว่าปกติ และเวลาที่ใช้ในการทำแบบวัดมากเกินไป เป็นต้น

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดที่อ่านแล้วสามารถเข้าใจได้ตรงกัน ให้คะแนนได้ตรงกันและแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน นั่นคือ ข้อคำถามของแบบวัดต้องชัดเจนไม่กำกวม มีวิธีการให้คะแนนที่เป็นระบบอย่างมีหลักเกณฑ์

4. ค่าอำนาจจำแนกเหมาะสม (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของแบบวัดที่สามารถแสดงความแตกต่างของสิ่งที่ต้องการวัดได้ เช่น ผลการวัดสามารถแยกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนได้ถูกต้อง ซึ่งค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสมของข้อสอบนั้นสามารถคำนวณได้ ค่าที่ใช้ได้มีค่าระหว่าง .20 - 1.00 โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N_H} \text{ หรือ } r = \frac{H - L}{N_L}$$

เมื่อ r คือ ค่าอำนาจจำแนก

H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงทั้งหมด

N_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำทั้งหมด

5. ค่าความยาก (Difficulty) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่มีค่าความยากเหมาะสมกับเนื้อหา นั่นคือ จะมีผู้เข้าสอบประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมดตอบถูกค่าความยากที่ใช้ได้ จะมีค่า ระหว่าง .20 - .80

$$p = \frac{H + L}{N_H + N_L}$$

เมื่อ p คือ ค่าระดับความยากของแบบวัด
 H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น
 L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น
 N_H คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง
 N_L คือ จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ

6. มีความยุติธรรม (Fairness) หมายถึง แบบวัดนั้นต้องไม่ประกอบด้วยข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เข้าสอบคนใดคนหนึ่งได้ถูก และต้องไม่เปิดโอกาสให้ผู้สอบที่ไม่รู้จริงทำคะแนนได้มาก ดังนั้นแบบวัดที่มีความยุติธรรมจะต้องสร้างข้อสอบตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดี และต้องครอบคลุมหลักสูตรทั้งหมด

7. ถามลึก (Searching) หมายถึง แบบวัดฉบับนั้นต้องประกอบด้วยข้อสอบถามพฤติกรรมความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ไม่ถามเฉพาะความรู้ความจำเพียงอย่างเดียว

8. มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึง แบบวัดนั้นต้องประกอบด้วยข้อสอบที่มีคำถามเฉพาะเจาะจง มีความหมายเดียว

9. มีลักษณะท้าทาย (Challenge) และเป็นตัวอย่างที่ดี (Exemplary) หมายถึง แบบวัดนั้นประกอบด้วยข้อสอบที่มีลักษณะท้าทายให้อยากทำข้อสอบและเป็นตัวอย่างที่ดี เช่น เรียงข้อจากง่ายไปยาก หรือข้อสอบที่ถามแบบสถานการณ์ ถามเรื่องที่น่าสนใจ ถามเรื่องที่เป็นแบบอย่างในทางดี

10. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบวัดนั้นสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ไม่สิ้นเปลืองเวลา เงินและแรงงานมาก และสามารถนำผลการสอบไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า เช่น ถามได้ครอบคลุม ไม่ถามตามตำรา ถามในสิ่งที่สำคัญ การพิมพ์ต้องอ่านง่ายชัดเจน เวลาที่กำหนดให้ต้องเหมาะสม การดำเนินการสอบเป็นไปอย่างมีระเบียบ การตรวจเป็นปรนัย เป็นต้น

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

3.1 ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

เวียร์ (Weir, 1974) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาและความคิดที่นำเอาประสบการณ์เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเพื่อบรรลุจุดหมายที่ต้องการ

อุดมลักษณ์ นักพึ่งพุ่ม (2545) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า หมายถึง การใช้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่ เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความและการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ว่า เป็นความสามารถในการรู้จักขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในยามจำเป็นรู้จักพัฒนาและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา สามารถหาทางแก้ปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2551) กล่าวว่า

จากความหมายความสามารถในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการคิดที่ต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญาขั้นสูง โดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่พบเพื่อให้บรรลุจุดหมายตามที่ต้องการ

3.2 ความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ในชีวิตประจำวันของคนเรานั้นมักจะพบปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ปัญหาส่วนตัว ปัญหาเกี่ยวกับการทำงานปัญหาทางสังคม ผู้คิดแก้ปัญหาจะต้องศึกษาถึงสาเหตุที่มาของปัญหา ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน และจะพยายามคิดค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจะแก้ไข การคิดหาวิธีการอาจได้มาโดยการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่าง ๆ การขอคำปรึกษาจากผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อน แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการตัดสินใจนั้น ไม่ว่าเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องใหญ่ ที่อาจทำให้วิถีชีวิตต้องเปลี่ยนไป บ่อยครั้งเราอาจมีคำตอบมากกว่าหนึ่ง ซึ่งมักเกิดจากการเปลี่ยนรูปแบบในการคิดของตนเอง การฝึกฝนวิธีคิดแก้ปัญหานั้นจะเกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงแรกของชีวิต จึงทำให้สามารถที่จะเห็นทางเลือกต่างๆ ได้ และจะทวีความยากมากขึ้นเมื่อเราเติบโตเป็นผู้ใหญ่ขึ้นไป รวมทั้งลักษณะนิสัยส่วนบุคคลก็มีส่วนสัมพันธ์กับรูปแบบทางความคิดที่จะทำให้เราพบทางเลือกใหม่และวิธีการแก้ปัญหาที่ต่างออกไปจากเดิม

อัลเบิร์ดและสลาณิช (Elberd & Stanish, 1996 อ้างถึงในสุวิทย์ มูลคำ, 2547) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่สุดของการคิดทั้งหมด การแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมของมนุษย์ ซึ่งจะต้องใช้การคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องและมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตที่วุ่นวายซับซ้อนได้เป็นอย่างดี ผู้ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาก็จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมที่เคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็ง ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงมิใช่เป็นเพียงการรู้จักคิดและรู้จักการใช้สมองหรือเป็นความสามารถที่มุ่งพัฒนาสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังเป็นความสามารถที่สามารถพัฒนาทัศนคติ วิธีคิด ค่านิยมความรู้ ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้ดีอีกด้วย

สรุปได้ดังนี้ ในชีวิตประจำวันของคนเรานั้นมักจะพบปัญหาต่างๆ มากมายในสังคม การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางการคิดที่สำคัญกระบวนการหนึ่งและเป็นสิ่งจำเป็นที่ทุกคนต้องใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนั้น ความสามารถในการแก้ปัญหาถือว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญยิ่ง ถ้าทุกคนได้รับการฝึกให้รู้วิธีการคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอย่อมเป็นประโยชน์แก่ตนเอง เมื่อเผชิญกับปัญหาสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างมีสติและลุล่วงไปได้

3.3 การจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาได้จำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

กิลฟอร์ด (Guilford, 1971) ได้กำหนดการจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความสามารถในการเตรียมการ คือ การตั้งปัญหาหรือการค้นหาว່ปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นคืออะไร

2. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา คือ การพิจารณาว่าสิ่งใดเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาหรือสิ่งใดไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. ความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหา คือ การหาวิธีแก้ปัญหาซึ่งตรงกับสาเหตุของปัญหาแล้วแสดงออกมาในรูปของวิธีการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการตรวจสอบผลลัพธ์ คือ การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีการแก้ปัญหา ถ้าผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้องก็ต้องมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด

5. ความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้ คือ การนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

เวียร์ (Weir, 1974) ได้กำหนดการจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้

1. ความสามารถในการระบุปัญหาหรือวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

2. ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

3. ความสามารถในการเสนอแนวทางแก้ปัญหาหรือตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสาเหตุของปัญหามากที่สุด แล้วสรุปออกมาในรูปสมมติฐานเพื่อคาดคะเนคำตอบหรือเสนอรูปแบบการค้นคว้าและทดลองเพื่อหาคำตอบ

4. ความสามารถในการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาว่า ผลที่เกิดขึ้นนั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุหรือไม่ หรือผลที่ได้จะเป็นอย่างไรและนำไปใช้ได้อย่างไร

ดิวอี้ (Dewey, 1976) ได้เสนอการจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

1. ความสามารถกำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ประสบอุปสรรคหรือปัญหาต่างๆ ที่เขาไม่สามารถอธิบายได้หรือหาข้อพิสูจน์ไม่ได้

2. ความสามารถในการกำจัดขอบเขตของปัญหา เป็นขั้นของการสังเกต เก็บรวบรวมข้อเท็จจริงและหาสาเหตุเพื่อช่วยให้ปัญหาชัดเจนขึ้น

3. ความสามารถในการเสนอแนะการแก้ปัญหา จากการเก็บรวบรวมข้อมูลข้างต้นทำให้สามารถเดาคำตอบเกี่ยวกับวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

4. ความสามารถในการอนุมานเหตุผลในการแก้ปัญหา เป็นขั้นของการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้พิจารณาหาสาเหตุของปัญหาได้

5. ความสามารถในการทดสอบสมมติฐาน เป็นขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบว่าข้อเท็จจริงที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมา และวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวเชื่อถือได้หรือไม่

การจำแนกความสามารถในการแก้ปัญหาสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3 ซึ่งให้เห็นว่าการจัดการกับปัญหานั้นเริ่มต้นจากการพบเจอปัญหา แล้ววิเคราะห์หารายละเอียด ค้นหาความจริงเพื่อหาแนวทางแก้ไขแล้วทำการตรวจสอบ พบว่า Dewey เน้นการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้พิจารณาหาข้ออธิบายและความรอบรอบในการจัดการกับปัญหา ในขณะที่ Guilford และ Weir มีความคล้ายกันต่างกันว่า Guilford ได้แยกจำแนกความสามารถการนำไปประยุกต์ใช้ ออกจากการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยที่ใจความสำคัญของ Weir ได้รวบรวมความสามารถในการนำไปประยุกต์ ไปอยู่ในการตรวจสอบผลลัพธ์ ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ หากนักเรียนเจอปัญหาในสถานการณ์จริง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจำแนกของ Weir วัดความสามารถของนักเรียน

3.4 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ดังต่อไปนี้

การวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้แบบวัดนั้น เป็นการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในกระตาด ซึ่งสถานการณ์ของการประเมินเช่นนี้ มีความสมจริงต่ำมาก การให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยการตอบในกระตาดคำตอบนั้น นักเรียนจะใช้ความคิดเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่ถึงขั้นปฏิบัติจริงและอาจเรียกได้เพียงว่า “เป็นการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหา” ไม่ใช่การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติจริง ส.วาสนา ประมวลพฤกษ์ (2543) ลักษณะของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ดีไว้ว่า ควรใช้แบบวัดในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก้ไขปัญหาและหลีกเลี่ยงการใช้ข้อคำถามที่วัดความรู้ในลักษณะแยกส่วนที่เป็นข้อคำถามที่วัดข้อละประเด็นย่อยๆ ที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่ควรถามความรู้ความจำมากเกินไป จนทำให้ผู้ที่ตอบได้คะแนนดีแต่ทำอะไรไม่เป็น โดยการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานั้นในบางกรณีหรือในบางสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้การปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาได้ ก็มีความจำเป็นที่ต้องเลือกใช้แบบวัดเป็นเครื่องมือในการประเมินทดแทน แต่ต้องสร้างให้มีคุณภาพดี เลือกใช้ข้อคำถามที่วัดความคิดที่ลึกซึ้งซึ่งมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา โดยแบบวัดที่ใช้สำหรับการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาที่สำคัญ 6 รูปแบบ บรรดล สุขปิติ (2542) ได้แก่

1. แบบวัดการจัดการปัญหา
2. แบบวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบเลือกตอบ
3. แบบวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัย
4. แบบวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบอัตนัยประยุกต์
5. แบบวัดประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อคำถามแบบปรนัยประยุกต์
6. แบบวัดการวัด 3 ชั้น

ชวาล แพรัตกุล (2552) กล่าวว่า การประเมินความรู้ความสามารถของนักเรียนนั้น การประเมินพฤติกรรมตรงหรือการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองจะเป็นการประเมินที่ดีที่สุด แต่มีข้อจำกัดในเชิงปฏิบัติที่สำคัญ คือ ต้องสิ้นเปลืองแรงงานและเวลามากเกินไป วิธีการวัดจะมีลักษณะเป็นอัตนัย และเมื่อได้ผลการวัดแล้วบางทีก็แปลความหมายไม่ค่อยออก ไม่สามารถตัดสินใจได้อย่างเฉียบขาดนัก ซึ่งถ้าไม่สามารถใช้การวัดพฤติกรรมตรงได้ก็ควรเลือกใช้แบบวัด โดยยกเอาข้อความหรือเหตุการณ์ที่เป็นสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองมาเป็นต้นเรื่อง แล้วตั้งคำถามด้วย

รูปแบบต่างๆ ให้นักเรียนพิจารณาและแก้ปัญหาไปตามสถานการณ์นั้น ๆ ว่าจะอย่างไรหรือควรทำวิธีการใด ซึ่งถ้านักเรียนคนใดตอบถูกเราก็คงอนุมานได้ว่า ถ้านักเรียนไปเผชิญกับปัญหาจริงในชีวิตและเขาก็คงคิดและปฏิบัติในการแก้ปัญหาเหล่านั้น ตามที่ตอบมาเพราะโดยธรรมชาติแล้วมนุษย์เรามักจะปฏิบัติตามวิธีการที่เคยรู้เคยเข้าใจมาก่อน

สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นสามารถวัดได้โดยการใช้แบบวัดมีหลายรูปแบบด้วยกันซึ่งควรใช้แบบวัดในลักษณะของการกำหนดสถานการณ์ให้แก่ปัญหาและหลีกเลี่ยงการใช้ข้อคำถามที่วัดความรู้ในลักษณะแยกส่วนที่เป็นข้อคำถามที่วัดข้อละประเด็นย่อยๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ไม่ควรถามความรู้ความจำมากเกินไป จนทำให้ผู้ที่ตอบได้คะแนนดีแต่ทำอะไรไม่เป็น โดยการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหานั้นในบางกรณีหรือในบางสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดที่ไม่สามารถใช้การปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาได้ ก็มีความจำเป็นที่ต้องเลือกใช้แบบวัดเป็นเครื่องมือในการประเมินทดแทน แต่ต้องสร้างให้มีคุณภาพดี

3.5 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

กัญญา ลินทรตันศิริกุล (2553) กล่าวถึง การสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาแบบอัตนัยมีขั้นตอนไว้ดังนี้ ที่เขียนมานั้นเป็นการหาคุณภาพทั่ว ๆ ไป ไม่ได้เฉพาะเจาะจงในการแก้ปัญหา

1. กำหนดให้ชัดเจนว่าต้องการวัดพฤติกรรมด้านใด (มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้) ของนักเรียนโดยจัดทำเป็นพิมพ์เขียว (Test blueprint)
2. เขียนข้อคำถาม
 - 2.1 เขียนให้ชัดเจน จำเพาะเจาะจงว่าต้องการให้ผู้ตอบทำอะไร เช่น อธิบาย วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น ฯลฯ รวมทั้งการเขียนคำชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการตอบให้ชัดเจน
 - 2.2 เขียนคำถามวัดพฤติกรรมระดับสูง ๆ ตั้งแต่ความเข้าใจขึ้นไป คำถามแต่ละข้อมีความยาก ไม่เท่ากัน
 - 2.3 เขียนคำถามโดยใช้สถานการณ์ใหม่ๆ ไม่ควรถามตามตำราหรือหนังสือเรียนหรือถามในสิ่งที่เรียนมาแล้ว
 - 2.4 ต้องเลือกคำถามเฉพาะจุดที่สำคัญ เป็นประเด็นสำคัญของเรื่องมาเป็นข้อคำถาม
3. กำหนดความซับซ้อนและความยากให้เหมาะสมกับวัยของผู้ตอบ
4. ควรเฉลยคำตอบไปพร้อมๆ กับการเขียนข้อสอบ
5. กำหนดเวลาการตอบนานพอสมควร
6. เมื่อได้ข้อสอบเพื่อจัดทำเป็นฉบับแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาข้อสอบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ได้ทำการตรวจสอบว่า มีความสอดคล้อง เหมาะสมและมีความเป็นปรนัยหรือไม่อย่างไร คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยมีสูตรคำนวณไว้ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม

$$\frac{\sum R}{N} \text{ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

$$N \text{ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}$$

7. นำไปแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาเพื่อวิเคราะห์หา
คุณภาพเป็นรายข้อและคุณภาพทั้งฉบับต่อไป

7.1 หาค่าความยาก (Index of Difficulty) ตัวเลขสัดส่วนที่บ่งชี้ถึงความยากของ
ข้อสอบแต่ละข้อ โดยคิดเปรียบเทียบค่าคะแนนที่ได้จริงของทั้ง 2 กลุ่มเปรียบเทียบกับคะแนนสูงสุดที่
เป็นไปได้ของทั้งสองกลุ่ม โดยเทคนิคกลุ่มสูง-กลุ่มต่ำ 25%, 50 % (นักเรียนไม่เกิน 50 คน แบ่งเป็น
กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำกลุ่มละครึ่ง) ค่าความยากมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการ
พิจารณาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

ข้อสอบยาก ค่าความยากจะเข้าใกล้ 0

ข้อสอบง่าย ค่าความยากจะเข้าใกล้ 1

โดยทั่วไปค่าความยากจะอยู่ที่ระดับ 0.20-0.80 ถ้าต่ำหรือสูงกว่านี้จะเป็น
ข้อสอบที่ยากหรือง่ายเกินไป โดยมีค่านวณดังนี้

$$\text{ดัชนีความยาก (Index of Difficulty, } p) = \frac{(S_H + S_L) - (N_T)(X_{Min})}{(N_T)(X_{Max} - X_{Min})}$$

เมื่อ S_H คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มสูง

S_L คือ ผลรวมของคะแนนกลุ่มต่ำ

X_{Max} คือ คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้นๆ)

X_{Min} คือ คะแนนต่ำสุดที่เป็นไปได้ (คะแนนต่ำสุดของข้อสอบข้อนั้นๆ)

N_T คือ จำนวนนักเรียนทั้งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ

N_H คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

7.2 ห่ออำนาจจำแนก (Discrimination Power) หมายถึง ความสามารถของ
ข้อสอบที่จะจำแนกความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือสามารถจำแนกผู้สอบที่มีความรู้ความสามารถสูง
กับผู้สอบที่มีความสามารถต่ำออกจากกันได้ถูกต้องสัญลักษณ์ของค่าอำนาจจำแนกแทนด้วยตัวอักษร
r ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และ 0 ถึง -1 โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t คือ ค่าสถิติที่ได้จากการคำนวณ

$\bar{X}_H$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
 S_L^2 คือ คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
 n_H คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มสูง
 n_L คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มต่ำ

7.3 หาความเที่ยงของแบบทดสอบทั้งฉบับ เป็นตัวเลขที่บ่งบอกว่าข้อสอบฉบับนี้เที่ยงได้มากน้อยเพียงใด ถ้าข้อสอบมีความเที่ยงสูงหมายความว่า ไม่ว่าจะสอบกี่ครั้งในกลุ่มเดิม (เว้นระยะห่างพอสมควร เช่น 1 สัปดาห์) ผลการสอบวัดก็ยังคงเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกัน ค่าความเที่ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 1.00 ค่าความเที่ยงที่ยอมรับทั่วไปมีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป โดยมีสูตรคำนวณดังนี้

$$\alpha \text{ หรือ } r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$$

เมื่อ α หรือ r_{tt} คือ ความเที่ยงของเครื่องมือการวิจัย

K คือ จำนวนข้อความ

S_i คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนในข้อคำถามข้อที่ i

S คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนทั้งหมด

$$\text{โดยที่ } S^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ N คือ จำนวนผู้สอบ

X คือ คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

รพีพร โตไทยะ (2540) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปรีชญา จันตา (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสังคมและสิ่งแวดล้อม ต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม ควรเป็นกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งรายบุคคลและกลุ่มรูปแบบกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้มีความหลากหลายและสัมพันธ์กับเหตุการณ์ทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจุบัน และครูมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

รุ่งทิwa กองสอน (2556) ศึกษาการพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนผลการวิจัย พบว่า รูปแบบแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนที่พัฒนาขึ้น เป็นแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ สืบค้น แก้ปัญหา สะท้อนคิด สร้างสรรค์ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ นำไปปฏิบัติจริง ควรมีอยู่ในขั้นตอนการสอนแบบ STSE มีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 80.84/84.91 สำหรับผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน จากการวิเคราะห์ โจทย์สถานการณ์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยก่อนเรียน 3.00 อยู่ระดับมาก หลังเรียน 3.97 อยู่ระดับมากที่สุด โดยนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการประเมินระหว่างดำเนินการศึกษาตามแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด

ทัชชา อุดมรักษ์ (2557) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคมหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยในประเทศกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม รวมถึง การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ สืบค้น แก้ปัญหา สะท้อนคิด สร้างสรรค์ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ นำไปปฏิบัติจริง สามารถเป็นแบบอย่างในการพัฒนาและแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนที่ต่ำให้สูงขึ้น และช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้นด้วย

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ยาเกอร์และทาเมอร์ (Yager & Tamir, 1996) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ วิธีการสอน STS ในประเทศไต้หวัน โดยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการใช้โปรแกรม Iowa Chautauqua กับครูที่สอนเกรด 4-9 จำนวน 176 คน ในด้านความคิดรวบยอด กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ การนำไปใช้ ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติ พบว่า ในด้านของความคิดรวบยอดนั้นนักเรียน ที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบ STS และไม่ใช่ STS มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ในด้าน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกรด 4 และ เกรด 5 และในด้านการ

นำไปใช้ของนักเรียนเกรด 8 และเกรด 9 พบว่า นักเรียนที่ใช้วิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ STS มีผลสัมฤทธิ์แตกต่างมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้วิธีการเรียนแบบ STS อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

อุมอเรน (Umoren, 2007) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ที่มีผลต่อความสามารถในการตัดสินใจแล้วความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในเขตรัฐ Cross River พบว่า ความสามารถในการตัดสินใจของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมากกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมากกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เช่นเดียวกัน การค้นพบในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการเรียนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาและตัดสินใจอย่างมีเหตุผลในปัญหาที่พบในสังคม

กวองชีหลิว (Kwok-chi Lau, 2012) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ STSE วิชาชีววิทยา ที่มีผลต่อการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเทศฮ่องกง ศึกษาโน้มน้าทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนัก STSE พบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้ STSE มีความเข้าใจถึงหลักคิดสูงกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติแต่ผลการความเข้าใจและเจตคติธรรมชาติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

สมิธา (Smitha, 2014) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ รายวิชา ชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในเขตอำเภอ Kasaragod พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมากกว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และพบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมมีความกระตือรือร้นเพิ่มขึ้น มีความรับผิดชอบต่อปัญหาทางสังคมที่อยู่อาศัย การจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวเป็นวิธีการที่เสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในรุ่นต่อไปในอนาคตที่จัดวางพื้นฐานความรู้และเทคโนโลยีในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

ซาง (Zhang, 2017) ศึกษาวิจารณ์ญาณวิทยาศาสตร์ : ความเข้าใจตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมในประเทศแคนาดา พบว่า เน้นย้ำถึงความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้นั้นนักเรียนพิจารณาถึงประเด็นทางสังคมหรือเหตุการณ์ที่อยู่อาศัย สถานการณ์นั้นๆ นำมาซึ่งความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้มี จุดมุ่งหมายของ STSE เป็นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากการพัฒนาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เน้นย้ำถึงการพัฒนาของวิทยาศาสตร์จากสังคมในอดีตช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นในชีวิตประจำวัน

จากงานวิจัยต่างประเทศ การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม รวมถึงแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม เน้นย้ำถึงความเกี่ยวข้องระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนรู้นั้นนักเรียนพิจารณาถึงประเด็นทางสังคมหรือเหตุการณ์ที่อยู่อาศัย STSE เป็นการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์มาบูรณาการกับปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม ที่เกิดการพัฒนาของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เน้นย้ำถึงการพัฒนา

ของวิทยาศาสตร์จากจุดสังคมในอดีตช่วยให้นักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นในชีวิตประจำวัน พบว่าสามารถช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น และนักเรียนมีการนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ส่งเสริมนักเรียนให้มีความกระตือรือร้นเพิ่มขึ้น มีความรับผิดชอบต่อปัญหาทางสังคมที่อยู่อาศัย การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นวิธีการที่เสริมสร้างทักษะทางวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ในรุ่นต่อไปในอนาคตที่จัดวางพื้นฐานความรู้และเทคโนโลยีในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

