

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้เสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้กุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การเรียนการสอนแบบวัดก้าวของการเรียนรู้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical Thinking)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศไทย
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การจัดการเรียนรู้กุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษา ต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 หน้าการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัชญาศัย ให้ความสำคัญ ของการบูรณาความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้นต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ เรื่อง การจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลย์ยั่งยืน

1. วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิสัยทัศน์เป็นมุ่งมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่า จะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนวิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียนและชุมชนร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชนิยมในการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1.1 หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเน้นไปอย่างเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับห้องถันและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่น หลากหลาย

1.2 หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความสนใจและความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์ศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

1.3 ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้น สร้างสรรค์ ของความรู้

1.4 ใช้แหล่งเรียนรู้ในห้องถันโดยถือว่า มีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา

1.5 ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

1.6 การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อสามารถเรียนตลอดชีวิต จึงประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต

1.7 การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

2. เป้าหมายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.5 เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรม นิยม และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.7 เพื่อให้เป็นคนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

3. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 : 236) สาระการเรียนรู้ที่กำหนดไว้นี้ เป็นสาระหลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นด้านความรู้เนื้อหาแนวความคิดหลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระย่อย ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารกับสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ตารางศาสตร์และอวภาค

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 : 236) มาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ การเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กำหนดไว้สองส่วน ดัง มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐาน การเรียนรู้ช่วงชั้น เป็นมาตรฐานการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาจากสถานศึกษาในแต่ละช่วงชั้น สถานศึกษาจะต้องจัดสาระการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทุกคนได้รับการพัฒนาตามมาตรฐาน การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

5. มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นชั้นที่ 4 ปีที่ 1 มีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 : 236)

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการค่ารังชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการค่ารังชีวิตของตนเอง และคุ้มครองสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดคลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่นประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารกับสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจคุณสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงดึงดูดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดการละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ มีจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ตารางศาสตร์และอวภาค

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อบุคลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ต่างกัน และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4 – ม.6 สำหรับเนื้อหาสารและสมบัติของสารต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงดึงดูดเหนี่ยวน้ำของอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1.1 สืบค้นข้อมูล อกป้ายและอธิบายโครงสร้างอะตอม ชนิดและจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอมจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุวิเคราะห์และเปรียบเทียบการจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานต่าง ๆ ในอะตอม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน nokสุดกับสมบัติของธาตุและการเกิดปฏิกิริยา

3.1.2 สำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติ สารประกอบ และเลขอะตอมของธาตือธิบายการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ และทำนายแนวโน้มของสมบัติของธาตุในตารางธาตุ

3.1.3 สำรวจตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูล อกป้ายและอธิบายการเกิดพันธะเคน์ในโนเลกุลหรือในโครงผลึกของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารในเรื่องๆ กุลเดียว จุดหลอมเหลว และสถานะ กับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารนั้น

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.2.1 สำรวจตรวจสอบอกป้าย และเขียนสมการของปฏิกิริยาเคมีทั่วไปที่พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสารที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่จะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

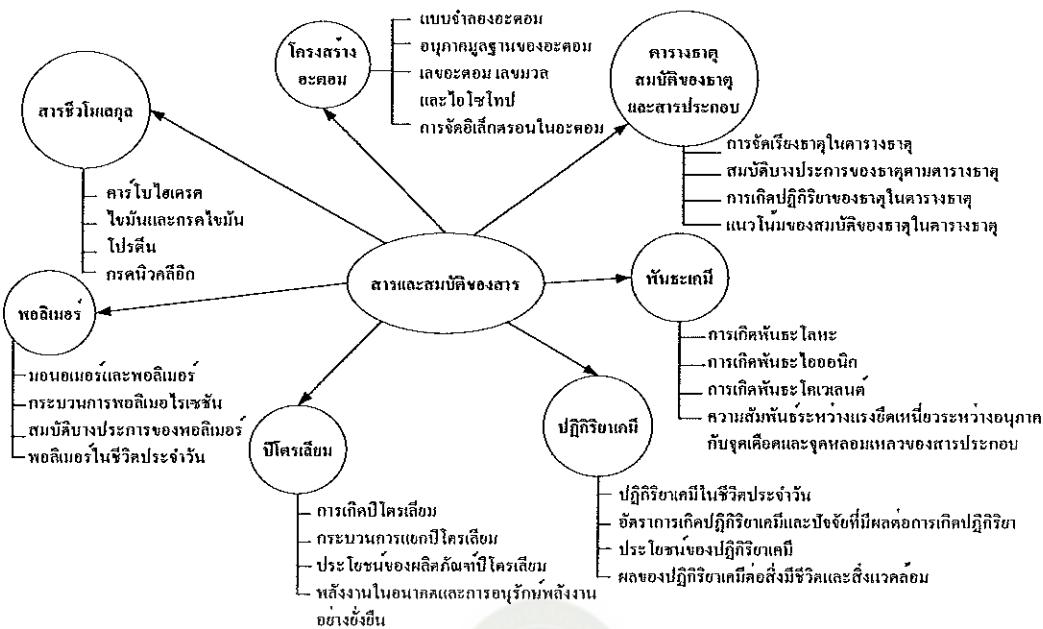
3.2.2 สำรวจตรวจสอบอกป้าย และอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคุณยัตราชาระเกิดปฏิกิริยาเคมี ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

3.2.3 สืบค้นข้อมูล อกป้ายและอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการและผลิตภัณฑ์จากการแยกแก๊สธรรมชาติ การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้จากการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบรวมถึงอัตราเรือน้ำมันลักษณะที่อาจเกิดขึ้นจากการในผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนหรือหลังการนำไปใช้ประโยชน์

3.2.4 สังเกต สำรวจตรวจสอบสืบค้นข้อมูล อกป้ายอธิบายการเกิดและสมบัติของพอลิเมอร์ การนำพอลิเมอร์ไปใช้ได้อย่างเหมาะสม

3.2.5 สืบค้นข้อมูล สำรวจตรวจสอบ อกป้าย และอธิบายองค์ประกอบ สมบัติ ประโยชน์ และปฏิกิริยาของสาร์บไไซเครตไบมัน และกรดไบมัน โปรตีน และกรดอะมิโน สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอผังมโนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ (เคมี) ชั้น ม.4-ม.6 ดังภาพที่ 1

ผังโนนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ (เคมี) ชั้น ม.4 - ม.6



ภาพที่ 1 ผังโนนทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐาน วิทยาศาสตร์ (เคมี) ชั้น ม.4-ม.6
ที่มา (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546 : 50)

การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

การจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้มี 4 รูปแบบดังนี้

1. การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 3 ขั้น

การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จะแบ่งเป็น 3 ขั้น

พัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจ็ต (Barman. 1989 : 28-31) ในเรื่องการปรับตัวทางสติปัญญา มี 2 แบบ คือ (1) การปรับขยายโครงสร้างปฎิบัติการทางสติปัญญา (Assimilation) (2) การปรับรื้อโครงสร้างปฎิบัติการทางสติปัญญา (Accommodation) และใช้แนวคิดเกี่ยวกับการจัด ระเบียบสิ่งเร้าใหม่หรือประสบการใหม่ (Organization) ต่อมาวัฏจักรการเรียนรู้นี้พัฒนาขึ้น โดยการพัลส์ และเทิร์ร (Lawson. 2001 : Abstract ; citing Karplus. 1977 : 169) ในโครงการ ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้าง (Explanation) และขั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครุเป็นจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้นตอนหลัง คือ ขั้นสร้างกับขั้นค้นพบ

ดังนั้น บาร์แมนและ กอตาร์ (Barman and Kotar. 1989 : 29-32) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำ โนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นประยุกต์ม โนทัศน์ (Concept Application) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คัดแปลงขั้นแนะนำ โนทัศน์ เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term Introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญ หรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่ไม่ใช่แนะนำ โนทัศน์ให้แก่นักเรียน เพราะ นักเรียนต้อง เป็นผู้ค้นพบหรือสร้าง โนทัศน์ด้วยตนเอง (Hewson. 1988 : 595) แต่อย่างไรก็ตาม มีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น คา린 (Carin. 1993 : 98-99) ได้ปรับเป็น ขั้นสร้าง โนทัศน์ (Concept Acquisition) ส่วนอะบรูส卡โต (Abruscato. 1996 : 169) ได้ปรับ เป็นขั้น ได้มาร์ชิ่ง โนทัศน์ (Concept Acquisition) จะสังเกตเห็นว่า ภูจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมา ทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน ภูจักรการเรียนรู้นี้มีลักษณะเหมือนเกลียวสว่าน แต่ละขั้นมีสาระสำคัญดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมค้า. 2531 : 514-523)

1.1 ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกรรมโดย การ สังเกตด้วยความตั้งใจ ความตื่นเต้น และความกระหาย สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จนบันทึก โดยอาจ ปฏิบัติกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ด้วยความเพื่อกระตุ้นและชี้แนะนำ การเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้าง โนทัศน์ด้วยตนเอง

1.2 ขั้นแนะนำคำสำคัญ / ขั้นสร้าง โนทัศน์ / ขั้น ได้มาร์ชิ่ง โนทัศน์ (Term Introduction / Concept Formation / Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาทสูงโดย ด้วยตัวเอง ด้วยความตั้งใจ ความตื่นเต้น และชี้แนะนำ ให้นักเรียนคิดเชื่อม โยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำ และอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของ โนทัศน์นั้นๆ เพื่อให้นักเรียนจัดเรียงความคิดใหม่ในการค้นพบและอธิบาย โนทัศน์นั้นๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อกัน หมายความว่า โนทัศน์ มาจากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

1.3 ขั้นประยุกต์ใช้ โนทัศน์ (Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้น ให้นักเรียนนำ โนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือ ปัญหาใหม่ อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจใน โนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่ นักเรียนมีบทบาทสูง เช่นเดียวกับ ขั้นสำรวจ

2. การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 ขั้น

ในปี ค.ศ. 1990 บาร์เม้น (Barman. 1992 : 59-63) ได้คัดแปลงและพัฒนา วัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) (2) ขั้นแนะนำ นำ โนทัศน์ (Concept Introduction Phase) (3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase) และ (4) ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation and Discussion Phase) ซึ่งต่อมา นักวิทยาศาสตร์ศึกษางานคนได้คัดแปลงชื่อเป็น 4E (Barman. 1989 : 28-31) ได้แก่ (1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) (2) ขั้นอธิบาย(Explanation Phase) (3) ขั้นขยาย โนทัศน์ (Exoansion Phase) และ(4) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

2.1 ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) ระยะการสำรวจเป็นการเน้นนักเรียนเป็น สำคัญจะต้องความไม่สมดุลความคิดของผู้เรียน และช่วยให้เกิดการปรับข่ายความคิด ครู รับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงและวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนว่าพวกเขาว่าควรเรียก อะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิดให้แนวทางและคำแนะนำเพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุ และการเก็บรวบรวมและ / หรือ บันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะการถ่ายทอด ได้แสดงไว้ในรูปภาพ เพื่อแนะนำแนวทางการเรียนรู้เด็กต้องมีวัสดุ อุปกรณ์การเรียน และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้างแนวคิด วิทยาศาสตร์สำรวจตนเอง ให้ใช้คำตามแนะนำเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผนและคำถามต้อง นำตรงไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะประเภทของบันทึกที่เด็กควรจะทำ และต้องไม่บอกหรือ อธิบายแนวคิด อาจจะกล่าวถึงการสอนอย่างย่อๆ ได้บางทีอาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์ของ การสอน

2.2 ขั้นแนะนำคำสำคัญ / ขั้นสร้าง โนทัศน์ / ขั้นได้มาซึ่ง โนทัศน์

(Term Introduction / Concept Formation / Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นที่ยืนยัน นักเรียน เป็นสำคัญน้อยลง และทางทางคำนึงความสำคัญความสะท้อนการทำงานจิตใจให้แก่ผู้เรียน จุดมุ่งหมายของระยะนี้ คือครูและนักเรียนร่วมมือกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ครูเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อม ของห้องเรียนที่พึงประสงค์ ในระยะนี้จะช่วยนำไปสู่การปรับข่าย โครงสร้างความคิด ดังที่ ทฤษฎีของเพียเจต์ อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งเน้นข้อค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจของนักเรียน ครูต้องแนะนำภาษา หรือรูปแบบแนวความคิดเพื่อช่วยในการปรับข่าย โครงสร้างความคิด ครูแนะนำ แนวโน้ตของนักเรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับแนวคิด ครูสามารถจะแนะนำแนวโน้ตเรียน และคงจากการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียน

ยังไม่สมบูรณ์ และสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้ซึ่งนักเรียนนำไปสู่ระดับต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ กระบวนการขยายความคิด

2.3 การขยายความคิด (Expansion) กระบวนการขยายความคิดเป็นระดับที่三ีดีนักเรียน เป็นสำคัญให้มากที่สุดที่จะมากได้ และเป็นระดับขั้นเพื่อกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่ม ความ มุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยผู้เรียนให้จัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ ความเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ ใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นจะต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่น หรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กับความมุ่งหมายเพื่อจะนำความคิดของนักเรียนให้ไปกว่าเดิมซึ่ง เป็นอยู่ในปัจจุบัน ครูต้องให้เด็กใช้ภาษาหรือลักษณะภาษาต่างๆ ของแนวคิดใหม่ๆ เพื่อว่า พวกราชจะได้เพิ่มความเข้าใจของพวกราชนี้เป็นที่เหมาะสมที่จะช่วยนักเรียนให้ประยุกต์ใช้ สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่าง หรือ โดยการจัดประสบการณ์เชิงการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อ พัฒนาส่วนบุคคลของนักเรียน การสอนส่วนความสัมพันธ์ภาษาในระหว่างวิทยาศาสตร์- เทคโนโลยี-สังคม ความติดโடทางวิชาการ และการตระหนักรู้ด้านอาชีพ กระบวนการขยายความคิด สามารถนำไปสู่ระดับการสำรวจบทเรียนต่อไปได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจะจารต่อเนื่องสำหรับ การสอนและการเรียนรู้จริงถูกสร้างขึ้นในระยะนี้ ครูช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบการคิดของตน โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มา เชื่อกับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่ สร้างขึ้น มีความมากที่จะใช้ภาษาแนวคิดในระยะนี้เพื่อขยายขอบเขตความต้องการสำหรับเด็ก

2.4 การประเมินผล (Evaluation) ความมุ่งหมายของระยะนี้ เพื่อเป็นการ ทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มีภาระเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการ ยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้น การประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่ การสั่นสุดของบทหรือของวิธีการ ของหน่วยการเรียน การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการ จัดทำการประเมินโดยรวมในการเรียนรู้ของนักเรียน และเพื่อกระตุ้นการสร้างแนวความคิดทาง จิตใจและทักษะกระบวนการ การประเมินผล รวมถึงในแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ ไม่ใช่ เพียงจัดทำเฉพาะตอนสุดท้าย

3. การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

ในปี ก.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาวิทยาของ สาธารณรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับปรุงรูปแบบ การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกย่อว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5 ขั้นนี้ (นับที่ 1)

บุญเคลื่อน. 2540 : 13-14) ได้แก่ (1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) (2) ขั้นสำรวจ (Exploration) (3) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) (4) ขั้นลงข้อสรุป (Elaboration Phase) และ (5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) แต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

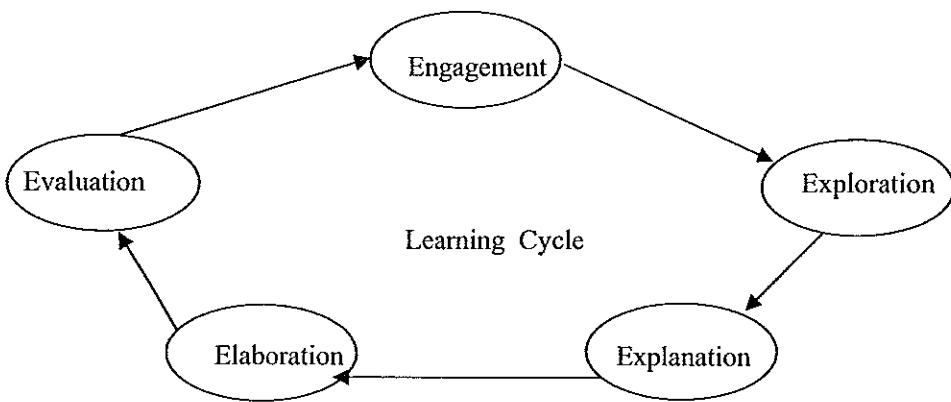
3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นใน การเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

3.2 การสำรวจ ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมา ขัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นค่าวิธีวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไป คัวยวัดของนักเรียนเองโดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่ สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3.3 การอธิบาย ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำ ความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวคิดที่กำลัง ศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมา อภิปราย

3.4. การลงข้อสรุป ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจาก ขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายในกลุ่มของตนเองเพื่อลง ข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้นนักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่ สอดคล้องหรือคาดเด้อจนจากข้อเท็จจริง

3.5 การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนมองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วย ตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อย เพียงใดรวมทั้งนีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษา ต่อไป ทั้งนี้ภาพรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนคัวชี้งบูรณา การเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น สามารถสรุปได้ ดังภาพที่ 2

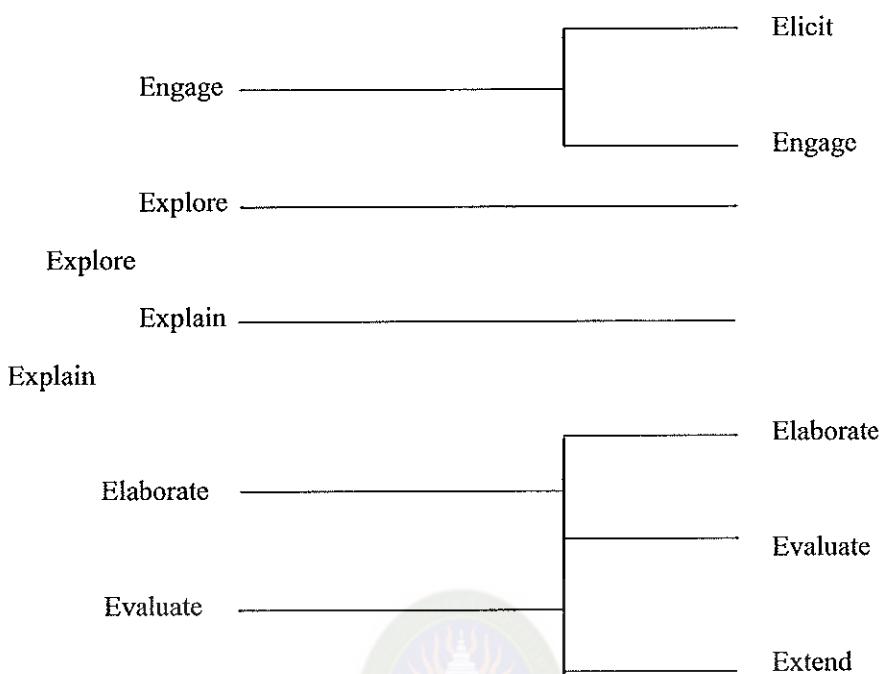


ภาพที่ 2 การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ที่มา : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 220)

4. การเรียนการสอนแบบวัดจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ต่อมาในปี ก.ศ. 2003 Eisenkraft (2003 : 57-59) ได้ขยายรูปแบบการสอนแบบวัดจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น เนื่องจากการสอนแบบวัดจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ไม่ได้เน้นการค่าณ โอนความรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจากการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครูได้ค้นพบว่าจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมี ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย และไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด และการละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้ทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็กซึ่งจะไม่เป็นไปตามทุนมุ่งหมายที่ครูวางไว้ นอกจากนี้ขั้นนี้ให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (Bransford, Brown and Cocking, 2000 : 65) ซึ่งเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น คือ 1) ขั้นตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็ก (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดี เป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือ การกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นเต้นกับการเรียน สามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย 2) ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัดจักรการเรียนรู้จาก 5 E เป็น 7 E แสดงได้ ดังภาพที่ 3 (Eisenkraft, 2003 : 57-59)



ภาพที่ 3 รูปแบบการสอนแบบวัดภัยการเรียนรู้ 7 E

สรุปให้ว่าการสอนแบบวัดภัยการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการสอนต่างๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้นดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูจะตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมาก เพื่อครูจะได้รู้ว่า เด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไหร่จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สอนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจ หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลา นั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่มเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถานกำหนดคประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นนี้ก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถานที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจและก้นหา (Exploration Phase) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นเร้าความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มี การวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนับสนุน หรือ ปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นนี้ เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอ จากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูลข้อสนับสนุนที่ได้navicrate ที่ได้แก่ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาดสร้างตาราง ฯลฯ การดำเนินพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยแบ่งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวกับกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปโคล์ฟามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความคิด (Expansion Phase / Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวความคิดที่ได้ศึกษาเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มาก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมาน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครุจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ได้เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครุจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่เรียกว่า การถ่ายโอนการเรียนรู้

จากขั้นตอนต่างๆ ในรูปแบบการสอนแบบวภัจกรรมการเรียนรู้ 7 ขั้น จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่ครุไม่ควรจะละเลย หรือลงทะเบียน เมื่อจาก การตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครุได้กันพบว่า

นักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่ได้ก็มี ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การลากเส้นหรือเพิกเฉยในข้อนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของเด็ก ซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางแผนไว้ นอกจากนี้ยังเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้(Bransford , Brown , and Cocking. 2000 : 65) จากรูปแบบการสอนวัสดุัจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ สามารถเปรียบเทียบกันได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบรูปแบบการสอนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ

แบบที่ 1 (3E)	แบบที่ 2 (4E)	แบบที่ 3 (5E)	แบบที่ 4 (7E)
1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นเร้าความสนใจ 3. ขั้นสำรวจและค้นหา
2. ขั้นแนะนำในทัศน์ ขั้นแนะนำคำสำคัญ ขั้นสร้างในทัศน์ ขั้นได้มันใจในทัศน์	2. ขั้นอธิบาย	3. ขั้นอธิบาย	4. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นประยุกต์ใช้ มในทัศน์	3. ขั้นประยุกต์ใช้ มในทัศน์ ขั้นขยายในทัศน์	4. ขั้นขยายหรือ ประยุกต์ใช้มในทัศน์	5. ขั้นขยายความคิด
	4. ขั้นประเมินผล	5. ขั้นประเมินผล	6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมาย

สิ่งที่สามารถบอกถึงผลลัพธ์ได้ใน การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คือผลการเรียนของผู้เรียนซึ่งจะทราบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเอง มีนักศึกษาได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมหวัง พิธิyanuwatn (2537 : 71) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการสอนหรือกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งแสดงออกมา 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

บุญชุม ศรีสะคาด (2537 : 68) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ที่เป็นผลมาจากการฝึกสอน

gap เลาห์ไพบูลย์ (2542 : 329) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งได้ จากที่ไม่เคยกระทำ หรือ กระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่มีการวัดได้

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่ เกิดจากการอบรม สั่งสอน การค้นคว้า ประสบการณ์ต่าง ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ แสดงออกถึงความสามารถทางด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เนื่องจากการประเมินผลเป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ในภาพรวม ดังนั้น แนวทางในการวัด และประเมินผลตามกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาความก้าวหน้าด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่นำมาใช้ เป็นการวัด และประเมินผลซึ่งมุ่งหวัง ให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน คือ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2544 : 110 - 114)

2.1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านวิชาการตามหลักของคลองไฟอร์ วัดได้จาก พฤติกรรม 4 ด้าน คือ ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 พฤติกรรมด้านความรู้ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงว่านักเรียนมี ความจำเรื่องต่าง ๆ ที่ได้รับรู้จากการค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการอ่าน หนังสือ และการฟังคำบรรยาย เป็นต้น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 9 ประเภท

1) ความรู้เกี่ยวกับความจริง

ความจริงซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตได้โดยตรง และทดลองแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกรั้ง เช่น แมลงนี้ 6 ขา กรณีรัสเปรี้ยว เป็นต้น

2) ความรู้เกี่ยวกับโนนติหรือโนนทัศน์

โนนติหรือโนนทัศน์ คือ การนำความรู้เกี่ยวกับความจริงหลาย ๆ ส่วนที่มีความเกี่ยวข้องกันมาพsumพسانเป็นความรู้ใหม่ซึ่งเรียกว่า ความคิดรวบยอด เช่น มนโน มนติเกี่ยวกับ ความหนาแน่นของสาร การเจริญเติบโต เป็นต้น

3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎวิทยาศาสตร์

หลักการเป็นความจริงที่ใช้เป็นหลักอ้างอิงได้ จากการนำโนนติที่มีความเกี่ยวข้องกันมาพsumพسانอธิบายเป็นความรู้ใหม่ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับบุคคล เช่น กฎของอาร์คิมีติส กฎของเมนเคล เป็นต้น

4) ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง

ข้อตกลง เป็นการตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษร ข้อ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ เช่น Ag แทนธาตุโลหะเงิน

5) ความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ

ปรากฏการณ์ธรรมชาตินางอย่างมีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงชีวิตซึ่งสามารถออกลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง เช่น วัฏจักรของน้ำ วัฏจักรของก้าชในไตรเขน วงจรชีวิตของผึ้ง เป็นต้น

6) ความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสิ่งต่าง ๆ

ในการแบ่ง สิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนี้ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐาน ในการแบ่ง ดังนั้น ผู้เรียนจะต้องรู้เกณฑ์เพื่อใช้จัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ เช่น เกณฑ์การแบ่งประเภทของสิ่งมีชีวิตออกเป็นพืชและสัตว์ เป็นต้น

7) ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์

เทคนิค และกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธีที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ เช่น วิธีศึกษาการเจริญเติบโตของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ กรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้เน้นเฉพาะความสามารถที่จะบอกถึงสิ่งที่ผู้เรียนรู้เท่านั้น และความรู้นี้ได้มาจากการอ่านหนังสือ หรือการบอกรเล่าของครู ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากการรับฟังความรู้ทางวิทยาศาสตร์

8) ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์

ศัพท์วิทยาศาสตร์ซึ่งว่าด้วยคำนิยามต่าง ๆ และการใช้ศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ เช่น หินปูนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่ง น้ำเป็นสารประกอบชนิดหนึ่ง

9) ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎี

ทฤษฎี เป็นข้อความที่ใช้อธิบาย และพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ทฤษฎีสัมพันธภาพ ทฤษฎีวิวัฒนาการ ทฤษฎีอะตอม

2.1.2 พฤติกรรมด้านความเข้าใจ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนใช้ความคิดที่สูงกว่าความรู้ ความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1) ความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ เป็น การบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากที่เคยเรียนมา กล่าวคือ ผู้เรียนเคยเรียนรู้มโนมติของวัฏจักรให้วัฏจักรหนึ่งมา และเมื่อได้รับข้อมูลของอีกสิ่งหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน รูปแบบวัฏจักรก็สามารถใช้มโนมติของวัฏจักรมาอธิบายสิ่งนั้นได้ เช่น ผู้เรียนได้เรียนรู้วัฏจักรของน้ำ เมื่อได้รับข้อมูลของการเริ่มต้น โดยของพืช ผู้เรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมาอธิบายเป็นวัฏจักรของการเริ่มต้น โดยของพืชได้

2) ความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนมติ หลักการ และทฤษฎีที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่ง ไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้ เช่น ในการศึกษาเรื่อง แรง ถ้าผู้สอนกำหนด โจทย์ว่า มีตัวหนึ่งลักษณะไปตามถนนที่ขรุขระ ผู้เรียนสามารถแปล ความหมายเป็นรูปเวกเตอร์ของแรงได้

2.1.3 พฤติกรรมด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงให้ความรู้ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการดำเนินการต้องอาศัย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

2.1.4 พฤติกรรมด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง พฤติกรรมที่นักเรียนนำความรู้ มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ โดยสามารถแก้ปัญหา 3 ประเภท คือ

1) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน ส่วนมากเป็น สถานการณ์ที่ว่าไปในชั้นเรียนที่ผู้เรียนต้องนำความรู้หรือทักษะที่ได้จากการเรียนไปแก้ปัญหา เรื่องอื่นที่อยู่ในวิชาเดียวกัน เช่น การตอบคำถาม ทำใบหลอดไฟฟ้าจึงสร้างขึ้นเมื่อเราเปิดสวิตซ์ ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาไฟฟ้า

2) ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาวิชานี้ซึ่งเป็นปัญหาเดียวแต่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์สองสาขาขึ้นไป เช่น ตามว่า ถ้าหินปูนเกิดขึ้นได้อย่างไร ปัญหานี้เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์และเคมี

3) ปัญหาที่เป็นเรื่องของการนำวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น ทำอย่างไรจึงเพิ่มผลผลิตข้าวโพดจากฟาร์มได้

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ かるิน และชั้นดี ได้เสนอวิธีการวัดผู้มีพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสังเกต โดยใช้แบบสังเกตทั่วไป วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตรฐานค่า ประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง การสัมภาษณ์ รายงานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตนเอง

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติ และดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติการโครงการ โครงการหนึ่ง วิธีวัดพฤติกรรมด้านทักษะพิสัย วัดโดยการสังเกตขณะปฏิบัติการทดลอง

สรุปว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น เป็นการวัด 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งการวัดด้านพุทธิพิสัยตามหลักของคลอฟเฟอร์ วัดได้จากพฤติกรรมด้าน ความรู้ ความเข้าใจ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้องมีเครื่องมือวัด ซึ่งเครื่องมือวัดที่นิยมใช้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และต่อการปรับปรุง พัฒนาการสอนของครูให้มีคุณภาพขึ้น คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีนักการศึกษาให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ในแนวเดียวกัน ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 28) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มากใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรุญ (2545 : 96) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนด ໄວ້ເພີ່ມໃດ

สมบูรณ์ ตันยะ (2545 : 143) ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่า บรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนด ໄວ້ເພີ່ມໃດ

4. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

พิชิต ฤทธิ์จรุญ (2545 : 96) ໄດ້ສະແປປະເກດຂອງแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ທາງການເຮັດໄລຍ່ທ່ວ່າໄປໄວ້ ດັ່ງນີ້

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มຸ່ງວัดผลสัมฤทธิ์ຂອງ ຜູ້ຮັບສອນແລ້ວພາກຄຸ່ມທີ່ຄຽວຮັບ ມີແນວໃນແບບทดสอบທີ່ຄຽວຮັບຂຶ້ນໃຫ້ກັນ ໂດຍທ່ວ່າໄປໃນສຕານສຶກໝາ ມີ ລັກນະໂປ່ງແບບทดสอบຂໍ້ອເຂັ້ມ ຜົ່ງແປ່ງໄດ້ອີກ 2 ຊົນດ ຄື່ອ

1.1 แบบทดสอบອັນນັບ ເປັນແບບทดสอบທີ່ກຳຫັນຄຳຄານຫຼືອົບຟູ້າໄຫ້ ແລ້ວໄໝ້ຜູ້ຕອນເຂັ້ມ ໂດຍແສດງຄວາມຮູ້ ຄວາມຄົດ ເຊັກຕິໄດ້ຢ່າງເຕີມທີ່

1.2 แบบทดสอบປັບປຸງຫຼືອແບບໃຫ້ຕອບສັ້ນ ຈະ ເປັນແບບทดสอบທີ່ ກຳຫັນຄຳໄໝ້ຜູ້ຕອນເຂັ້ມຕອບສັ້ນ ຈະ ພົບມີຄຳຕອນໃຫ້ເລືອກແນບຈຳກັດຄຳຕອນ ຜູ້ຕອນໄໝ້ມີໂອກາສ ແສດງຄວາມຮູ້ ຄວາມຄົດ ໄດ້ຢ່າງກວ້າງຂວາງເໜີອນແບບทดสอบອັນນັບ ແບບทดสอบນີ້ ແປ່ງອອກເປັນ 4 ແບບ ອື່ອ ແບບทดสอบຄຸກ - ຜົດ ແບບทดสอบເຕີມຄຳ ແບບทดสอบຈັບຄຸ່ງ ແບບทดสอบເລືອກຕອນ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบທີ່ມຸ່ງວัดผลสัมฤทธิ์ຂອງຜູ້ຮັບສອນ ທ່າງໆ ໄປ ຜົ່ງສ້າງ ໂດຍຜູ້ເຂົ້າວ່າງ ມີການວິເຄາະ໌ ແລະປ່ຽນປຸງອ່າງຄືຈົນມີຄຸນກາພມືມາຕຽບ

ສຽງໄດ້ວ່າ ແບບทดสอบວัดผลสัมฤทธิ์ເປັນແບບทดสอบທີ່ໃຊ້ວັດຄວາມຮູ້ ທັກຍະ ຄວາມສາມາດ ທາງວິຊາທີ່ຜູ້ຮັບສອນໄດ້ຮັບຮູ້ມາແລ້ວໃນອົດທໍ່ຫຼືສກາພປັບຈຸບັນວ່າบรรลຸພດ ສຳເນົາທີ່ມີຄວາມຮູ້ ທີ່ກຳຫັນໄວ້ເພີ່ມໃດ ຜົ່ງມີທີ່ແບບทดสอบທີ່ຄຽວຮັບຂຶ້ນອັນນັບ ຈະເປັນແບບ ຂັ້ນຫຼືອປັບປຸງ ແລະແບບทดสอบມາຕຽບທີ່ສ້າງໂດຍຜູ້ເຂົ້າວ່າງ ໃນການວິຊຍຄົງນີ້ ເປັນແບບทดสอบວັດຄວາມຮູ້ຕານວັດຖານຸປະສົງ ຊົນປຣນັບ 4 ຕັ້ງເລືອກ

การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

1. ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

Dewey (1993 : 49) กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ เป็นการพินิจพิจารณา ความรู้ และสิ่งต่าง ๆ อย่างสุขุมรอบคอบ และลึกซึ้ง เพื่อนำไปสู่การสรุปอย่างถูกต้อง

Ennis (1985 : 44-48) กล่าวว่า ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ คือ ความถูกต้องใน การประเมินข้อความหรือเรื่องราว

Hilgard (1962 : 337) กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ คือ ความสามารถในการตัดสินข้อความหรือปัญหาว่า สิ่งใดเป็นจริง สิ่งใดเป็นเท็จเป็นผลกัน

Watson และ Glaser (1964 : 1) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ว่าเป็นการคิดประกอบด้วย ทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยที่ทัศนคติ หมายถึง ทัศนคติต่อ การแสวงหาความรู้ และยอมรับการแสวงหาหลักฐานมาสนับสนุนสิ่งที่อ้างว่าเป็นจริง แล้วใช้ ความรู้ด้านอนุมาน การสรุปไปความสำคัญ และการสรุปเป็นกรณีทั่วไป โดยตัดสินใจจาก หลักฐานอย่างสมเหตุสมผล สอดคล้องกับหลักตรรกวิทยา ตลอดจนทักษะในการใช้ทัศนคติ และความรู้ดังกล่าวมาประเมินตัดสินความถูกต้องของข้อความ

พิบูลย์ศรี วานิชสมสิทธิ์ (2531 : 23) กล่าวว่า การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ คือ การใช้ความสามารถทางทักษะพื้นฐานหลายประการ เช่น ทักษะในการอ่าน การฟัง การสังเกต และทักษะในการตีความ และประเมินข้อมูลเพื่อหาข้ออ้างอิงหรือข้อสรุปความคิดที่ สำคัญเพื่อประกอบการตัดสินใจ

2. กระบวนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

Watson และ Glaser (1964 : 784) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ประกอบด้วย

1. การอนุมาน (Inference)
2. การยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Recognition of Assumption)
3. การตีความ (Interpretation)
4. การนิรนัย (Induction)
5. การประเมินข้อโต้แย้ง (Evaluation of Argument)

มลิวัลย์ สมศักดิ์ (2540 : 30) กล่าวถึง กระบวนการในการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ตามแนวคิดของ เครสเซล และเมย์ฮิว ว่า ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ซึ่งไม่จำเป็นต้อง เป็นไปตามลำดับ ดังนี้คือ

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา ตระหนักรึความมีอยู่ของปัญหา
2. การเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา พิจารณาความเชื่อถือของแหล่งข้อมูล พิจารณาความพอเพียงของข้อมูล จัดระบบข้อมูล
3. การระบุข้อสันนิษฐาน พิจารณาความเชื่อถือของข้อสันนิษฐานในการอ้างเหตุผล
4. การกำหนดและเลือกสมมุติฐานที่เป็นไปได้มากที่สุด
5. การลงสรุปอย่างสมเหตุสมผล พิจารณาตัดสินความสมเหตุสมผลของการคิดเหตุผลและประเมินข้อสรุป โดยอาศัยเกณฑ์การประยุกต์ใช้

วรรณฯ บุญฉิม (2541 : 15-16) ได้สรุปความคล้ายคลึงกันของทักษะการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ระหว่างทฤษฎีของนักจิตวิทยากับทฤษฎีของนักปรัชญาใน 4 ขั้นตอนของกระบวนการคิดดังนี้

1. ขั้นการนิยามปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยาเป็นการค้นหาองค์ประกอบ ที่สำคัญของปัญหา ตรงกับขั้นความกระจางตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการกำหนดค่าตาม การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาและการนิยามคำ
2. ขั้นการระบุข้อมูล เมื่อหาและกระบวนการที่จำเป็นในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการตัดความเชื่อถือได้ของข้อมูลที่นำมาสนับสนุน แหล่งข้อมูล ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ตามทฤษฎีของนักปรัชญา
3. ขั้นการนำเสนอให้ประกอบเพื่อการแก้ปัญหาตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการคิดเหตุผลตามทฤษฎีของนักปรัชญา ซึ่งประกอบด้วยการคิดเหตุผลเชิงอนุนาณและการคิดเหตุผลเชิงอุปมา
4. ขั้นการประเมินการดำเนินเรื่องตามทฤษฎีของนักจิตวิทยา ตรงกับขั้นการใช้เกณฑ์ในการตัดสินความเพียงพอของคำตอบตามทฤษฎีของนักปรัชญา

Ennis (1962 : 82) ได้แยกองค์ประกอบของการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ไว้ 10 องค์ประกอบ คือ

1. การพิสูจน์ความถูกต้องของข้อความที่มีการกล่าวอ้างขึ้นมา
2. การพิจารณาข้อความที่เป็นข้อสมมุติ
3. การสังเกตความเชื่อถือได้ของข้อความนั้น
4. การสังเกตความเชื่อถือได้ของบุคคลที่ให้ข้อมูล
5. การพิสูจน์ความถูกต้องของข้อสรุป

6. การพิสูจน์ความถูกต้องของสมมุติฐาน
7. การพิสูจน์ความถูกต้องของทฤษฎี
8. การพิจารณาความคุณเครื่องของข้อ トイ้เย็ง
9. การพิจารณาข้อความที่ยังไม่กระจำงหรือกล่าวเน้นเฉพาะเจาะจงมากเกินไป
10. การพิจารณาเหตุผลว่าเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือไม่
3. ลักษณะความสามารถที่เกี่ยวกับการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

Ennis (1967 : 144-146) มีแนวคิดว่าลักษณะของบุคคลที่มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ บางลักษณะมีความหมายสอดคล้องกับที่ครอค (Craig, 1966 : 108-111) ได้รวบรวมไว้ดังนี้

1. สามารถเข้าใจความหมายของข้อความและรู้เรื่องราวที่จะนำมาอ้างเพื่อสนับสนุนเหตุผลและข้อ トイ้เย็งต่าง ๆ
2. สามารถพิจารณาตัดสินข้อความที่กลุ่มเครือในเหตุผลที่เสนอ ต้องมีความเข้าใจในความหมายของข้อความที่แตกต่างกัน 2 ข้อความ โดยที่ข้อความแรกเป็นข้อความที่ยอมรับแล้ว ส่วนอีกข้อความนั้นจะเป็นการนำเสนอที่ยอมรับมาประยุกต์ใช้ ถ้าข้อความทั้งสองมีความหมายตรงกันก็พิจารณา ตัดสินว่ามีความสอดคล้องกัน แต่ข้อความนั้นมีความหมายไม่ตรงกันก็พิจารณาตัดสินได้ว่ามีความคุณเครื่องในเหตุผลที่เสนอ
3. เป็นบุคคลที่สามารถพิจารณา และตัดสินข้อความที่ขัดแย้งซึ่งกันและกัน ได้เพื่อประโยชน์ในการตัดข้อความที่ขัดแย้งออก ลักษณะแห่งนี้ก็ต้องอาศัยพื้นฐานทางตรรกศาสตร์
4. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความได้ว่ามีข้อมูลเพียงพอหรือไม่
5. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อสรุปตามที่มีข้อมูลสนับสนุนได้ โดยใช้การตัดสินแบบอนุมาน
6. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่เป็นหลักการและนำໄไปประยุกต์ใช้ได้
7. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่สังเกตได้ว่า เชื่อถือได้เพียงใด
8. สามารถพิจารณาและตัดสินเหตุผลในการลงสรุปแบบอนุมานได้
9. สามารถพิจารณาและตัดสินได้ว่ามีการกำหนดปัญหาแล้วหรือยัง
10. สามารถพิจารณาและตัดสินข้อความที่เป็นข้อตกลงเบื้องต้นได้
11. สามารถพิจารณาว่ามีคำนิยามเพียงพอหรือยัง
12. สามารถพิจารณาข้อความที่กระทำโดยผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นที่ยอมรับหรือไม่

Hudgins (1977 : 173-206) ได้อธิบายลักษณะของผู้ที่มีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ไว้ดังนี้

1. เป็นบุคคลที่มีความเข้าใจถึงองค์ประกอบสำคัญของข้อโต้แย้ง อธิบายว่าการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ จะไม่เกิดขึ้น ถ้าไม่ตระหนักรือเข้าใจ ในสิ่งที่เป็นข้อโต้แย้ง หรือทำงานายผลที่น่าจะเกิดขึ้น

2. สามารถแสวงหาหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อโต้แย้ง หรือข้อสรุปได้ ลักษณะนี้มีความสำคัญมาก ต่อการตัดสินใจเรื่องราวให้ถูกต้อง มีเหตุผลซึ่งสามารถตรวจสอบหลักฐานตามวิธีการต่อไปได้

2.1 พิจารณาจากข้อเท็จจริงจากข้อมูลที่สังเกตได้หรือข้อมูลอื่น

2.2 พิจารณาถึงความคาดคะเนอ่อนของหลักฐานที่จะมาประกอบการลงสรุป เช่น ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจจะเชื่อถือไม่ได้ รายงานที่ขาดหลักฐานไม่น่าเชื่อถือ อุษณีย์ พอดิสุข (2537 : 98-99) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ไว้ดังนี้

2.2.1 เสาระนำไปสู่หา

2.2.2 เสาระหาด้านต่อของปัญหาหรือเหตุผล

2.2.3 พยายามที่จะรับข้อมูล

2.2.4 ใช้แหล่งข้อมูลมาก

2.2.5 รวบรวมสถานการณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

2.2.6 แยกแยะประเด็นสำคัญเด็ดมุ่งคิดเกี่ยวกับหัวเรื่องทุนทความคิดที่ประเด็นหลัก

2.2.7 สำรวจตรวจสอบหรือใส่ใจว่าอะไรเป็นสิ่งที่น่าเกี่ยวข้อง

2.2.8 มองหาแนวทางหลากหลาย

2.2.9 มีจิตใจกว้างขวาง

2.2.10 กระตือรือร้นที่จะเขียนมือเข้าจัดการหากมีเหตุผลและความเหมาะสม

2.2.11 จัดการงานอย่างเป็นขั้นตอนด้วยความละเอียดลึกซึ้ง

2.2.12 ใช้ความสามารถในเชิงวิจารณญาณอย่างมาก

2.2.13 “ไว” ต่อความรู้สึก การรับรู้ค่านิยมคุณค่าขององค์ความรู้

และความเชี่ยวชาญของผู้อื่น

สรุปได้ว่า บุคคลที่มีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ จะมีลักษณะกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้พิจารณา ตัดสินใจ เกี่ยวกับเรื่องราวหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ถูกต้อง โดยมีเหตุผลและหลักฐานมาสนับสนุน

4. แนวทางการสอนให้นักเรียนมีการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์

Beyer (1985 : 279-303) ได้เสนอแนวทางการพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ การเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1. แนะนำทักษะที่ฝึก
2. ผู้เรียนทบทวนกระบวนการค้น ทักษะ กฎและความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะที่จะฝึก
3. ผู้เรียนใช้ทักษะเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่กำหนด
4. ผู้เรียนทบทวนสิ่งที่คิดหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสมองขณะที่ทำกิจกรรม

อุณฑี โพธิสุข (2537 : 99-100) ได้เสนอแนวทางการสอนเพื่อช่วยปรับปรุงคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของเด็ก ไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง การให้เด็กศึกษาเรื่องชุมชนของเรารจากหนังสืออาจไม่ได้เท่าไหร่เด็กไปสถานที่ที่เป็นชุมชนของตนเอง เช่น โรงพยาบาล โรงหัด ตลาด บ้านผู้ใหญ่บ้าน และกิจกรรมที่เขาทำอยู่ว่ามีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร ฯลฯ การจัดให้เด็กไปทศนศึกษา หรือปีติ โอกาสให้เด็กทดลองปฏิบัติตามสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองจะเป็นการให้โอกาสที่สำคัญยิ่ง

2. การทำวิจัย หรือการศึกษาหาความรู้ ความจริงด้วยตนเองเป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองให้เด็กได้มีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงานเรื่อง “ໄດโนเสาร์” เป็นต้น

3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิด เช่น การพาไปถูกรการตัวที่ ขัดให้ตัวที่ การอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ การจัดนุมหรือชุมนุมนักคิด ฯลฯ

4. การใช้สถานการณ์สมมุติ เป็นกิจกรรมและวิธีสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจส่วนขึ้นและมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา

5. ให้นักเรียนได้มีโอกาสเสนอผลงานสิ่งที่ตนเองศึกษามาให้ผู้อื่นฟังอาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกัน หรือเพื่อนต่างระดับหรือให้คนอื่นฟัง

6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไตร่ตรองความคิดของกลุ่มรวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในทางสร้างสรรค์ ล้วนเป็นทักษะระดับสูงทางสติปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้เด็กได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดของตนเองและผู้อื่นรวมทั้งกลุ่มที่ทางความคิดของผู้อื่นได้เปลี่ยนอย่างใดๆ สรุปได้ว่า แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ กระทำได้ดังนี้

1. เสนอสถานการณ์ที่กระตุ้นให้เกิด
2. คิดอย่างเป็นระบบใช้เหตุผล

3. นำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในกระบวนการคิดบนพื้นฐานของความเป็นจริง ความดึงดูด ความถูกต้อง

4. คิดและตัดสินใจ ลงมือปฏิบัติ

5. ตรวจสอบ วัด และประเมินผลการปฏิบัติรวมทั้งการประเมินผลของตนเอง

สรุป จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว มาแล้วนั้นแสดงให้เห็นว่าการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิดและตัดสินใจอย่างรอบคอบในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยมีกระบวนการคิดอย่างรอบคอบ มีเหตุผล กล้าคิด กล้าตัดสินใจ และลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง ทั้งนี้ควรให้นักเรียนได้ค้นพบจากการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การคิดเชิงวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

จงกลรัตน์ อาจตั้รุ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตคติต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้นี้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตคติต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบส่วนตัว.

วิชาญ เดิศลพ (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยวิธีจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้รูปแบบ ส่วนตัว และรูปแบบผสมผสานระหว่างวัสดุจัดการเรียนรู้กับ ส่วนตัว. พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบวัสดุจัดการเรียนรู้กับรูปแบบ ส่วนตัว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตคติต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์สูงกว่ารูปแบบ ส่วนตัว. อุ่่มมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ประภัสสร ผลสินธ์ (2547 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยการเปรียบเทียบผลการสอนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 5 ชั้นและการสอนแบบสืบเสาะตามรูปแบบ ส่วนตัว. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาและเขตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาการหลังเรียน โดยรวม และเป็นรายด้านไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเขตคติเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยรวม และเป็นราย

ด้าน 3 ด้าน คือ ด้านความรอบคอบในการตัดสินใจ ด้านความใจกว้าง และด้านความชื่อสัตย์สูงกว่ากุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กิตติมา ธรรมราษฎร์ (2548 : 98-99) ได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแบบวัดจัดการเรียนรู้โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ตามแนวทางถูกพูดปัญญา กับการเรียนแบบ วัดจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบวัดจัดการเรียนรู้โดยกำหนดและหมุนเวียนหน้าที่ตามแนวทางถูกพูดปัญญา มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้านจำนวน 3 ด้าน คือ ด้านการอนุมาน ด้านการนิรนัย และด้านการตีความ มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบวัดจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ไชยนิภัย ศรีสว่างวงศ์ (2549 : 104-105) ได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์แบบวัดจัดการเรียนรู้ กับแบบวัดจัดการเรียนรู้ตามแนวทางถูกพูดปัญญาที่มีต่อการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนชายมีการคิดวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและด้าน การประเมินข้อโต้แย้งมากกว่า นักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อัญชลีพร สีขาวอ่อน (2548 : 114-115) ได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วัดจัดการเรียนรู้ กับวัดจัดการเรียนรู้ตามแนวทางถูกพูดปัญญาที่มีต่อการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัดจัดการเรียนรู้ตามแนวทางถูกพูดปัญญา มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์โดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน คือ ด้านการอนุมาน ด้านการยอมรับข้อตกลงเบื้องต้นและด้านการประเมินข้อโต้แย้งมากกว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัดจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนชายมีการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ด้าน การอนุมานและด้านการประเมินข้อโต้แย้งมากกว่า แต่มีด้านการตีความน้อยกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จรรัฐิกาล พิมพ์วิชัย (2549 : 116) ได้ศึกษาผลการเรียนเชิงวิทยาโดยใช้แบบวัดจัดการเรียนรู้ตามแนวทางถูกพูดปัญญา กับแบบวัดจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนที่เรียนแบบวัดจัดการเรียนรู้ตามแนวทางถูกพูดปัญญา มีการคิดวิพากษ์วิจารณ์โดยรวม ด้านการอนุมาน มากกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัดจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนชายมีการคิดวิพากษ์วิจารณ์ ด้านการอนุมานมากกว่า แต่มีด้านการตีความน้อยกว่านักเรียนหญิง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กมลา บุตรา (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบของผลการเรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่มีต่อแนวความคิดเดือดเกี่ยวกับน้อมติชีววิทยา : เชลล์ การแบ่งเซลล์และการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในน้อมติทั้ง 3 น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สร่าวท. นักเรียนชายที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในน้อมติทั้ง 3 น้อยกว่า นักเรียนชายที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สร่าวท. และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในน้อมติการเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์น้อยกว่า นักเรียนหญิงที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สร่าวท. อายุที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขวัญใจ สุขรมย์ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ และการเรียนสืบเสาะแบบ สร่าวท. ที่มีต่อแนวความคิดเดือดเกี่ยวกับน้อมติชีววิทยา : ระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน และวัฏจักรของสาร และทักษะกระบวนการ การทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาด น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สร่าวท. ส่วนนักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สร่าวท. อายุที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิดา ทาทอง (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ และการเรียนสืบเสาะแบบ สร่าวท. ที่มีต่อแนวความคิดเดือดเกี่ยวกับน้อมติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืช และการจำแนกสัตว์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนชายที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่าแต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนโดยส่วนรวม และนักเรียนชายที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สรavaท. ส่วนนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัดภูมิคุณภาพที่เรียนรู้ 7 ข้อ มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่านักเรียนหญิงที่เรียนแบบสืบเสาะแบบ สรavaท. อายุที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คลาสญัจจ์ วงศ์สุวรรณ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับน้อมติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจำแนกพืชและการจำแนกสัตว์ และแนวคิดแก่ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่วนใหญ่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และแนวความคิดที่ผิดพลาดในน้อมติทั้ง 3 น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. นักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ในน้อมติการจำแนกสัตว์ มากกว่า แต่มีแนวความคิดเลือกในน้อมติการจำแนกพืช และพืชหรือสัตว์ ไม่แตกต่างจากนักเรียนหญิง ที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ส่วนนักเรียนชายที่เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น มีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่า ในน้อมติการจำแนกพืชและการจำแนกสัตว์ แต่มีแนวความคิดเลือกในน้อมติพืชหรือสัตว์ไม่แตกต่างกัน

นฤกุลกานต์ ดวงพร (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับน้อมติฟิสิกส์ : งานและพลังงาน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่มีแนวความคิดที่ผิดพลาดในน้อมติงานและพลังงานน้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญรัตน์ แสนเจริญสุข (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น และการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับน้อมติชีววิทยา : การเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง และความสมดุลน้ำ ระหว่างพืชกับมนุษย์และสัตว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมนักเรียนชายและนักเรียนหญิง ที่เรียนแบบวัสดุจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น ส่วนมากมีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ และความเข้าใจเพียงบางส่วน มากกว่า แต่มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีแนวความคิดที่ผิดพลาด และมีแนวความคิดที่ผิดพลาด ในน้อมติทั้ง 3 เรื่อง น้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวม นักเรียนชายและนักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วริศรา ศิริมงคล (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัดกู้จัดการเรียนรู้ 7 ขั้น และการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อการมีแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับโนมติชีววิทยา : การย่ออาหาร การหมุนเวียนของเลือกและแก๊ส และการกำจัดของเสีย และความคิดเชิงเหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนชาย ที่เรียนแบบวัดกู้จัดการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า แต่ มีความเข้าใจเพียงบางส่วนและแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและนักเรียนชายที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. และนักเรียนหญิงที่เรียนแบบวัดกู้จัดการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความเข้าใจอย่างสมบูรณ์มากกว่า และมีแนวความคิดที่ผิดพลาดน้อยกว่านักเรียนหญิงที่เรียนสืบเสาะแบบ สสวท. อ่ายมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณ บุญฉิม (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความ สามารถด้านเหตุผล กับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน 584 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถด้านเหตุผล มีความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนทั้งหมด ทั้งนักเรียนชายและนักเรียนหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

หนึ่งนุช กาพภักดี (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการคิดระดับสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิชาชีววิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการตามแนวคิดนอร์ทวิชีนกับการสอนตามคู่มือครุ พบร่วมกับความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมวิชาชีววิทยาศาสตร์ แบบปฏิบัติการตามแนวคิดนอร์ทวิชีนกับการสอนตามคู่มือครุแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยในต่างประเทศ

Ebrahim (2004 : 1232-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลของการสอน 2 วิชี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตติดต่อวิชาชีววิทยาศาสตร์พื้นฐาน ระดับประถมศึกษาในประเทศไทย โดยใช้วิธีการสอนแบบดึงเดินและวิธีการสอนสืบเสาะแบบวัดกู้จัดการเรียนรู้ 4-E ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน กลุ่มทดลอง จำนวน 56 คน ได้รับการสอนแบบวัดกู้จัดการเรียนรู้ ส่วนกลุ่มควบคุมจำนวน 55 คน ได้รับการสอนวิธีดึงเดิน ระยะเวลาในการศึกษา 4 สัปดาห์ โดยครุผู้หญิง 1 คน สอนนักเรียนชายทั้ง 2 กลุ่ม และครุผู้หญิงอีก 1 คนสอนนักเรียนหญิงทั้ง 2 กลุ่ม เครื่องมือ

ที่ใช้ในการวัด คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดเขตติดต่อวิชา วิทยาศาสตร์ วัดก่อนและหลังเรียน ผลการศึกษา พบว่า วิธีการสอนแบบวัดภูจักรการเรียนรู้ 4-E นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตติดต่อวิชา วิทยาศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบดึงดันอย่างมีนัยสำคัญ

Pond (2001 : 633-A) ได้ศึกษาเพื่อพัฒนาและใช้วัดภูจักรการเรียนรู้แบบเสริมพลัง (Elemental Learning Cycle) สำหรับใช้ในการฝึกอบรมการศึกษาผู้ใหญ่ โดยวัดภูจักรการเรียนรู้แบบนี้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นมีประสบการณ์ (2) ขั้นสะท้อนผล (3) ขั้นสรุปหรือลงข้อสรุป และ (4) ขั้นการนำไปใช้ การฝึกอบรมได้กำหนดให้มีกิจกรรมการอภิปราย และการทำกิจกรรมที่กำหนดโครงสร้างไว้เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบูรณาการวัดภูจักรการเรียนรู้เข้ากับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในโมดูล ผลการศึกษาพบว่า ผู้เข้ารับการอบรมสามารถเกิดการเรียนรู้อย่างสังเคราะห์ได้ ดังนั้นการฝึกอบรมผู้สอนและผู้เข้ารับการอบรมให้มีความพร้อมจึงเป็นปัจจัยสำคัญยิ่งในการทำให้การเรียนรู้อย่างสังเคราะห์ประสบผลสำเร็จได้

Ewers (2002 : 2387 – A) ได้ทำการศึกษาผลการสอนแบบวัดภูจักรการเรียนรู้กับการสอนปกติที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ต้องการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และประสิทธิภาพของครู ของนักศึกษาครูสาขาการประถมศึกษา กลุ่มต้องเป็นนักศึกษาครูสาขาวิชาการประถมศึกษาขั้นปีที่ 3 และขั้นปีที่ 4 ที่เรียนรายวิชาชีวศึกษา วิทยาศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยไอคาโซ ผลจากการสอนทดสอบก่อนการเรียน พบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันในเรื่องความสามารถในการศึกษาเชิงเหตุผล ความชอบนarrative ของชั้นเรียน ความเชื่อในประสิทธิผลการสอนและความคาดหวังในผลการสอน แต่มีอายุและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันและผลการทดสอบหลังเรียน พบว่า นักเรียนครูแต่ละกลุ่มนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประสิทธิผลการสอนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน แต่นักศึกษาครูทั้ง 2 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และประสิทธิผลการสอนไม่แตกต่างกัน

Griffitt (1988 : Abstract) ได้ศึกษาผลการสอนด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ ที่มีการพัฒนาทักษะกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดลองสอนด้วยวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติเป็นหลักและแบบเน้นตำรา แล้วนำคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ มาเปรียบเทียบกัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดอย่างมี

วิจารณญาณและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการสอนทั้งสองแบบในการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แต่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติเป็นหลัก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนเน้นคำรามาก

Riley (1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในวิชาชีววิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มประชากรเป็นนักเรียนผู้สอน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรก เป็นกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านปฏิบัติจริง กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มทดลองที่ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียนรู้เฉพาะทฤษฎี กลุ่มที่สาม เป็นกลุ่มควบคุม โดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

McDonald (2004 : 1458) ได้ทำการศึกษาเบรียນเทียนผลของวิธีการสอน 2 วิธี คือ วิธีการเรียนสอนที่เน้นครูเป็นศูนย์กลางแบบดึงเดินกับวิธีการสอนที่อาศัยการสืบเสาะเป็นฐานแบบสร้างสรรค์ความรู้ทางสังคมที่มีต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนเตรียมมัธยมโรงหนึ่งในประเทศไทย วิธีการศึกษาเมื่อใช้การอุดแบบการวัดช้า โดยมีการทดลอง 3 ครั้ง ผลการศึกษา พบว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ระดับสูงไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนในกลุ่มทดลอง มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจของตนเองเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มากขึ้น

จากการศึกษาและประมาณงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งงานวิจัยในประเทศไทยและงานวิจัยต่างประเทศ พบว่าครูผู้สอนสามารถสร้างความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ได้โดยการจัดรูปแบบกระบวนการเรียนการสอนที่หลากหลาย น่าสนใจ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง โดยมีครุภยแนะนำให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด

การวิจัยครั้งนี้ได้นำรูปแบบการเรียนที่น่าสนใจคือการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบวิถีชีวิตรูปแบบการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องพันธุ์แม่มากาการศึกษา เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนและฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง