

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาเรียบเรียงเป็นหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์
 - 1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
 - 1.4 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 1.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 2.1 ทฤษฎี หลักการ แนวคิด
 - 2.2 รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบของแมคคาร์ธี
 - 2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 2.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้
3. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
 - 3.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
 - 3.2 รากฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
 - 3.3 ทฤษฎี หลักการ แนวความคิด
 - 3.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
 - 3.5 การนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอน
 - 3.6 การประเมินผลตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
4. เปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 5.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 6.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 6.3 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 6.4 แนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 6.5 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. ตัวแปรควบคุม
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้
 - 8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
 - 8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กรมวิชาการ (2546ก : 3) ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตัวเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษา และเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

1.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546ข : 1-2) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมายมีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมากในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้

พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นและนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การที่จะสร้างความเข้มแข็งทางด้านวิทยาศาสตร์นั้น องค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนให้อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สามารถช่วยพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ รวมถึงมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลและการจัดการ

1.2 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกตสำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการ แนวคิดและทฤษฎี ตลอดจนการสร้างสรรค์ผลงานในลักษณะต่าง ๆ ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการคิดและการจัดการข้อมูล การสร้างองค์ความรู้ ความสามารถในการปฏิบัติงานและการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 7-9) ได้กำหนดเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เมื่อเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดเน้นในเรื่องต่าง ๆ คือการพัฒนากระบวนการคิด การจัดการหรือจัดระบบข้อมูล การแก้ปัญหา การสร้างองค์ความรู้ ตลอดจนการพัฒนาเจตคติ ซึ่งสามารถส่งผลไปถึงทักษะการทำงานร่วมกัน และแม้แต่ในเรื่องของความสุขที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงานด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดแนวทางการเรียนการสอนให้บังเกิดผล

1.3 แนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546 : 18-20) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใช้แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ระบุให้สถานศึกษาดำเนินการ ดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้คิดเป็นทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียน การสอนและแหล่งวิทยาการต่าง ๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นในทุกเวลาสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชน เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

เมื่อแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความถนัดความแตกต่างของบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ผสมผสานสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ มีการจัดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม ทำให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกที่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ต้องจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อให้บรรลุผล

1.4 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546 : 9-11) ได้อธิบายถึงสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวคิดหลักวิชาวิทยาศาสตร์และกระบวนการ ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เมื่อสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เน้นการเรียนการสอนเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว การนำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน รู้คุณค่าของสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัว ดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวัดผลประเมินผลเพื่อให้บังเกิดผล

1.5 การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2545 : 158-164) กล่าวถึงการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนจำเป็นต้องมีเพื่อที่จะทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่เพียงใด ในอดีตที่ผ่านมาการวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอนและการวัดประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อมๆ กัน ตลอดจนผู้สอนต้องมีความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลในเรื่องต่างๆ ดังนี้

1. แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้จะบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนที่วางไว้ ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1.1 ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน

1.2 วิธีวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.3 ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

1.4 ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

1.5 การวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

2. จุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล

2.1 เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมของผู้เรียนและเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะ ได้เต็มศักยภาพ

2.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐาน การเรียนรู้เพียงใด

2.3 เพื่อใช้ข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

เมื่อการวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุม กระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้านตามที่กล่าวมาแล้ว จึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

3. การวัดและประเมินผลจากสภาพจริง กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง กิจกรรมศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษหรือโครงการวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตาม ในการทำกิจกรรมเหล่านี้ ต้องคำนึงว่าผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนอาจทำงานชิ้นเดียวกันได้เสร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมเหล่านี้แล้วก็จะต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึก และรวมถึงทักษะปฏิบัติต่างๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรัก ความซาบซึ้ง กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทำและผลงาน

เหล่านี้ต้องใช้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสมและแตกต่างกันเพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ ความสามารถและความรู้สึก นึกคิดที่แท้จริงของผู้เรียนได้ การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆด้าน หลากหลายวิธี ในสถานการณ์ต่างๆที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

4. ลักษณะสำคัญของการวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

4.1 การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะที่สำคัญคือ ใช้วิธีการประเมิน กระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในด้านของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

4.2 เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในส่วนที่ควรส่งเสริม และส่วนที่ควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ ความสามารถ ความสนใจและความต้องการของแต่ละบุคคล

4.3 เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลของทั้งตนเอง และของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมมั่นในตนเอง สามารถพัฒนาตนเองได้

4.4 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่

4.5 ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้

4.6 ประเมินด้านต่างๆ ด้วยวิธีที่หลากหลาย ในสถานการณ์ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง

5. วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้ เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1 สังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม

5.2 ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน

5.3 การสัมภาษณ์

5.4 บันทึกของผู้เรียน

5.5 การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู

5.6 การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ

5.7 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ

5.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน

6. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆเป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

6.1 มอบหมายงานให้ทำ งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

6.2 การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น กิจกรรมศึกษาการเกิดกระแสน้ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

6.3 กำหนดตัวอย่างชิ้นงานให้ แล้วให้ผู้เรียนศึกษางานนั้น และสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะของการทำงานได้เหมือนหรือดีกว่าเดิม เช่น การประดิษฐ์เครื่องร่อน การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช ฯลฯ

6.4 สร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตของผู้เรียน โดยกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

7. การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (Portfolio assessment) แฟ้มผลงานของนักเรียน เป็นการเก็บรวบรวมผลงานที่เกิดจากการเรียน การทำกิจกรรมในการเรียนของนักเรียน ซึ่งสามารถจำแนกผลงานออกตามกิจกรรมต่างๆ ดังนี้

7.1 ผลงานจากการฟังคำบรรยาย เช่น สมุดจดคำบรรยายทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของบันทึกอย่างละเอียด หรือบันทึกแบบย่อของนักเรียน

7.2 ผลงานจากการทดลอง ประกอบด้วย การวางแผนการทดลองทั้งในรูปของบันทึกอย่างเป็นระบบหรือบันทึกแบบย่อ การแปลผล สรุปผล การอภิปรายผลการทดลอง และการรายงานผลการทดลอง

7.3 ผลงานจากการอภิปราย เช่น การวางหัวข้อและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการอภิปราย ผลที่ได้จากการอภิปรายรวมทั้งข้อสรุปต่างๆ

7.4 ผลงานจากการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม อาจจะมีอยู่ในรูปของ รายงาน การทำวิจัยเชิงเอกสาร หรือบันทึกประเด็นสำคัญซึ่งอาจนำมาใช้ประกอบการอภิปรายในชั่วโมงเรียนก็ได้

7.5 ผลงานจากการศึกษานอกสถานที่ ประกอบด้วย การบันทึกการสังเกต การตอบคำถามหรือปัญหาจากใบงาน การเขียนรายงานสิ่งที่ค้นพบ

7.6 ผลงานจากการบันทึกรายวัน เกี่ยวกับประเด็นหรือสิ่งที่คุณเรียนนึกคิดเกี่ยวกับ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ด้วย

สรุปว่าการวัดและประเมินผลมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน จะต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้ได้ผลนั้น ผู้สอนต้องเรียนรู้ เห็นความสัมพันธ์ เชื่อมโยงองค์ประกอบของวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่เรื่องความสำคัญวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอน ต้องมีความรู้ในสาระที่สอนทั้งกว้างและลึก ตลอดจนเข้าใจทักษะการวัดผลประเมินผลอย่างลึกซึ้งและคล่องแคล่ว จึงจะสามารถจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ให้บังเกิดผลได้

2. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการจัดการกระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการพัฒนาของสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ

2.1 ทฤษฎี หลักการ แนวคิด

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1987 : 1-2) เป็นนักการศึกษาที่มีประสบการณ์การสอนหลายระดับ และเป็นທີ່ปรึกษาให้คำแนะนำแก่เด็ก ๆ จึงทำให้เข้าใจถึงความแตกต่างของเด็กแต่ละคนทั้งในด้านสติปัญญา การรับรู้และการเรียนรู้ โดยได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับองค์ประกอบทางสมองและรูปแบบการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งมีแนวคิดในการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการศึกษาเพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้ชัดเจนและเป็นภาคปฏิบัติ เมื่อได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้หลายรูปแบบ จึงได้เลือกทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดของคอลลี มาเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งตามแนวคิดของคอลลี พิจารณามิติการเรียนรู้ 2 มิติ คือ การรับรู้และกระบวนการ โดยสรุปว่าการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการรับรู้แล้วนำเข้าไปจัดกระบวนการในสิ่งที่ตนรับรู้มา ซึ่งการรับรู้ของบุคคลมี 2 ประเภท คือ การรับรู้ผ่าน

ประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรมและการรับรู้ผ่านความคิดรวบยอดหรือนามธรรม ส่วนกระบวนการนั้นบางคนมีกระบวนการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง ในขณะที่บางคนเรียนรู้ผ่านกระบวนการสังเกต แล้วนำข้อมูลมาไตร่ตรอง จากแนวคิดของคอล์บ ทำให้เห็นถึงความแตกต่างของการเรียนรู้ระหว่างบุคคลในแง่ความสามารถของการเรียนรู้ 4 ประการ คือ ประสบการณ์เชิงรูปธรรม การสังเกตอย่างไตร่ตรอง แนวคิดนามธรรมและการทดลองปฏิบัติจริง คอล์บจึงจัดแบบการเรียนรู้ของบุคคลออกเป็น 4 แบบ คือแบบเอกนัย แบบซึมซับ แบบเอกนัย และแบบปฏิบัติ ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้การจัดการเรียนการสอนต้องจัดให้เหมาะสมกับผู้เรียนทุกรูปแบบ ไม่เน้นเฉพาะรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ซึ่งแมคคาร์ธี ได้ประยุกต์แบบการเรียนรู้ของคอล์บมาขยายโดยให้พื้นที่ 4 ส่วนของวงกลมแทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบ การรับรู้และกระบวนการจัดสิ่งทีรับรู้แตกต่างกันเป็นแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนองรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ คือ

แบบที่ 1 ผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ

แบบที่ 2 ผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์

แบบที่ 3 ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก

แบบที่ 4 ผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง

นอกจากนี้แมคคาร์ธี ยังได้แนวคิดเรื่องบทบาทของสมองซีกซ้ายและซีกขวาผนวกเข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ จัดเป็นระบบการจัดกิจกรรมอย่างเป็นขั้นตอนที่เรียกว่าระบบ 4 MAT

แนวความคิดของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

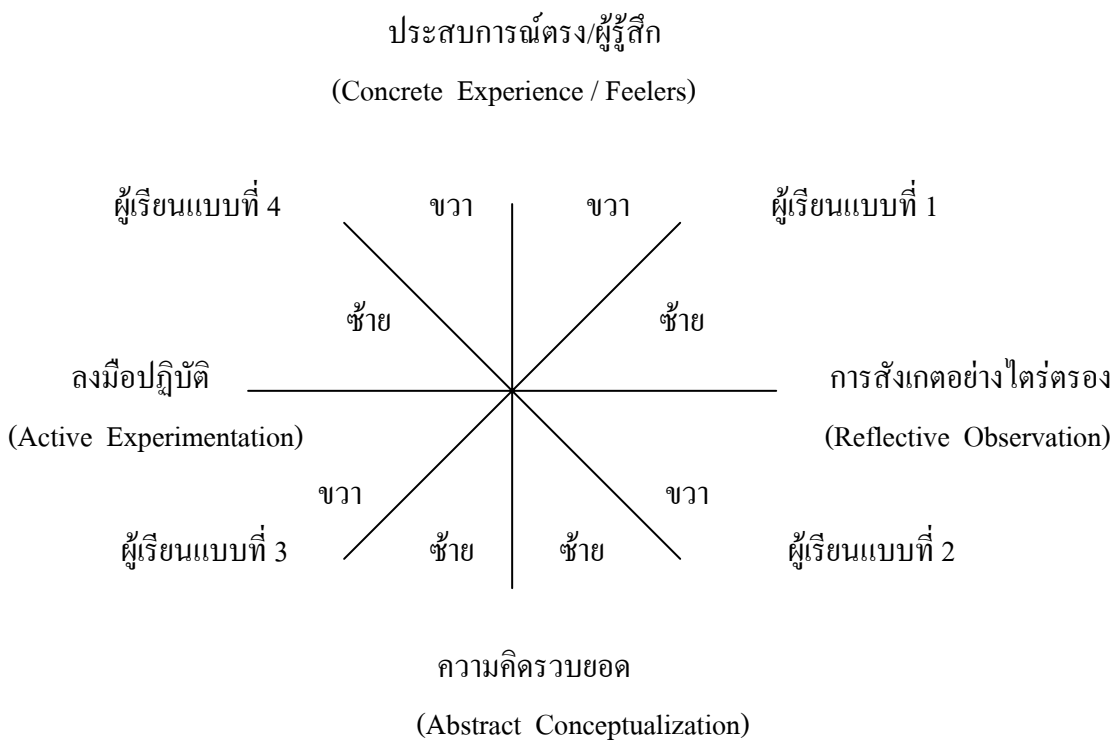
แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990 : 4) ได้กล่าวถึงแนวความคิดของการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมหมุนเวียนเป็นลำดับขั้นตอน ตามระบบการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันได้เรียนรู้ตามศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุข โดยมีความเชื่อพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้หลายประการ คือ

1. มนุษย์ทุกคนรับรู้ประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในรูปแบบที่แตกต่างกัน
2. มนุษย์ทุกคนมีกระบวนการจัดการประสบการณ์และข้อมูลข่าวสารในลักษณะที่แตกต่างกัน
3. วิธีการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลมีคุณค่าเท่าเทียมกัน
4. ผู้เรียนแต่ละคนต้องการมีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบหรือลักษณะการเรียนรู้ของตนเอง
5. ในขณะที่ระบบการเรียนรู้หมุนเวียนไป ผู้เรียนทั้งหลายได้เรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนเองถนัดและได้เรียนรู้จากเพื่อนแต่ละคน

แนวการสอนตามระบบวัฏจักรการเรียนรู้ แมคคาร์ธี ได้ออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละแบบในแต่ละช่วง โดยผู้เรียนทุกลักษณะมีโอกาสได้เรียนรู้ในรูปแบบที่ตนถนัดจากกิจกรรมที่จัดขึ้น ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบ มีความสุขในการเรียนในช่วงกิจกรรมที่ตนเองถนัดและรู้สึกท้าทายในช่วงที่ผู้อื่นถนัดผสมผสานกันไป

2.2 รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบของแมคคาร์ธี

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990 : 1-3) ได้ประยุกต์แนวความคิดของคอลป์ โดยกำหนดพื้นที่ 4 ส่วน ของวงกลมแทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้ และกระบวนการจัดสิ่งที่ได้รับรู้แตกต่างกัน ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 การรับรู้และกระบวนการเรียนรู้ระบบ 4 MAT

ที่มา : ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และ ไพเราะ พุ่มม่น. 2542 : 14

จากภาพผู้เรียนทั้ง 4 แบบ มีการรับรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนี้ ช่วงที่ 1 แทนผู้เรียนแบบที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการชอบการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง

ช่วงที่ 2 แทนผู้เรียนแบบที่ 2 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ ชอบการรับรู้ความคิดรวบยอด ซึ่งเป็นนามธรรมผ่านกระบวนการสังเกตอย่างไคร่ตรง

ช่วงที่ 3 แทนผู้เรียนแบบที่ 3 เป็นผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก ชอบการเรียนรู้จากการรับรู้ความคิดรวบยอดแล้วผ่านกระบวนการลงมือกระทำ

ช่วงที่ 4 แทนผู้เรียนแบบที่ 4 เป็นผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ชอบการเรียนรู้จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่การลงมือปฏิบัติ

เมื่อนำความคิดเรื่องบทบาทของสมองซีกซ้ายและซีกขวาผนวกเข้ากับรูปแบบการเรียนรู้ แมคคาร์ธีย์อธิบายลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ สรุปได้ดังนี้

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 1 เกิดจากการรับรู้ความรู้สึกต่อประสบการณ์จริงที่เป็นรูปธรรมด้วยกระบวนการสังเกตอย่างไคร่ตรง สมองซีกขวาจะค้นหาความหมายของคำ และทำความเข้าใจเฉพาะตน จากเรื่องที่เรียน ส่วนสมองซีกซ้ายจะสร้างความเข้าใจเรื่องนั้นด้วยการวิเคราะห์ในรายละเอียด คำถามนำทางในเรื่องนี้คือ “ทำไม” (Why) ผู้เรียนต้องค้นหาคำตอบในลักษณะเฉพาะตัว ต้องเข้าใจว่าการเรียนรู้เรื่องที่มีประโยชน์ต่อตนเองอย่างไร และเกี่ยวข้องกับความเชื่อ ความรู้สึก ความคิดเห็นของตนเองอย่างไร

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 2 เกิดจากการรับรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมนำมาปรับเป็นความคิดรวบยอด ด้วยกระบวนการดู การเห็น หรือการรับรู้ข้อมูลอย่างไคร่ตรง คำถามนำทางคือ “อะไร” (What) สมองซีกขวาจะทำหน้าที่ค้นหาประสบการณ์ใหม่ที่บูรณาการเข้ากับสิ่งที่มีอยู่ มุ่งค้นหาข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือจากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ นำมาเป็นความคิดรวบยอด หรือข้อสรุปที่เป็นหลักการ ทฤษฎี มีความถูกต้องแน่นอน ผู้เรียนแบบที่ 2 ให้ความสำคัญกับรายละเอียดของข้อมูลที่ได้รับการยืนยันแล้วจากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ

การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 3 เกิดจากการรับรู้สิ่งที่เป็นนามธรรม ความคิดรวบยอดด้วยกระบวนการกระทำ คำถามนำทางของการเรียนแบบนี้คือ “ทำอย่างไร” (How) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานได้ สมองซีกซ้ายค้นหาวิธีการทำงานที่เป็นลักษณะของคนอื่นๆ ดูว่าคนอื่นเขาทำงานชิ้นนี้ได้อย่างไร ศึกษารายละเอียดหรือขั้นตอนการทำงานตามแนวของผู้อื่น เพื่อนำมาพัฒนาแนวทางในการทำงาน ส่วนสมองซีกขวาพยายามค้นหา ทดลองปฏิบัติ แล้วนำมาประยุกต์เป็นแนวทางของตนเอง

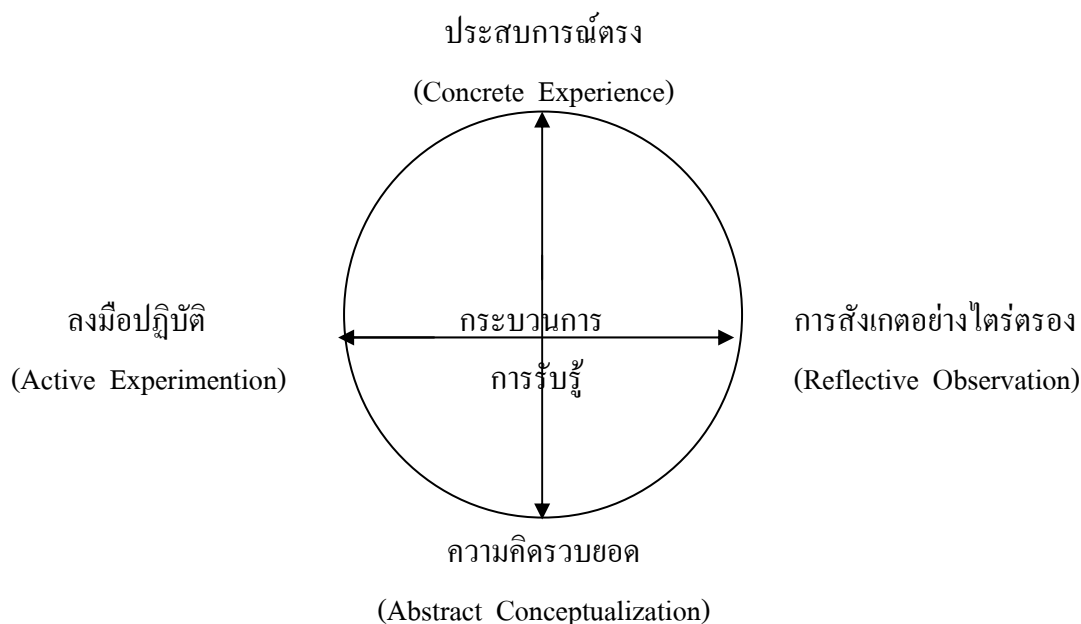
การเรียนรู้ของผู้เรียนแบบที่ 4 เกิดจากการรับรู้ด้วยความรู้สึกต่อประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมในกระบวนการลงมือกระทำ คำถามนำทางคือ “ถ้า” (If) ซึ่งสมองซีกซ้ายวิเคราะห์ความสำคัญและความสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่วนสมองซีกขวาค้นหาแนวทางใหม่ และขยายการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนแบบนี้ ต้องการค้นหาความสัมพันธ์

เชื่อมโยงสิ่งต่างๆ และนำผลการเรียนรู้มาสู่ชีวิตจริง มีความกระตือรือร้นในการสังเคราะห์ความรู้ ทักษะการเรียนรู้ในส่วนที่ตนเองได้ค้นพบให้เข้ากับสถานการณ์อื่น ๆ จากตนเองและผู้อื่น แม้ว่าการกระทำนั้นจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม

การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ หมุนเวียนไปตามระบบโดยเริ่มต้นจากส่วนที่ 1 ไปทางขวาตามเข็มนาฬิกา จากประเด็นคำถาม “ทำไม” ไปสู่คำถามที่ว่า “ถ้า” ซึ่งเป็นการจบอย่างเปิดประเด็นใหม่ ให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเองโดยการดำเนินกิจกรรมที่ยืดหยุ่นตอบสนองให้ผู้เรียนให้เรียนรู้อย่างมีความสุข ระบบการเรียนรู้นี้ใช้กับนักเรียนระดับอนุบาลจนถึงระดับอุดมศึกษา

2.3 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

แมคคาร์ธี (McCarthy, 1990 : 1-20) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบวัฏจักรการเรียนรู้ โดยสรุปว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่ใช้วงกลมเป็นสัญลักษณ์แทนการเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแบ่งพื้นที่วงกลมออกเป็น 4 ส่วน มีเส้นทางการเรียนรู้และเส้นทางกระบวนการจัดข้อมูล ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 รูปแบบการเรียนรู้ของเดวิด คอลบี้

ช่วงที่ 1 คือ บรูณาการประสบการณ์ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง โดยใช้คำถามนำกิจกรรมส่วนนี้ คือ“ทำไม” (Why)

ช่วงที่ 2 คือ สร้างความคิดรวบยอด ใช้คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมส่วนนี้คือ “อะไร” (What)

ช่วงที่ 3 คือ ปฏิบัติและพัฒนาแนวคิดออกมาเป็นการกระทำ ใช้คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมส่วนนี้คือ “ทำอย่างไร” (How does it work)

ช่วงที่ 4 คือ บรูณาการการประยุกต์ ใช้คำถามที่เป็นคำถามนำกิจกรรมส่วนนี้คือ “ถ้า” (If)

เมื่อนำแนวคิดการจัดการเรียนการสอนเพื่อตอบสนองการใช้สมองซีกซ้ายและสมองซีกขวามาใช้เป็นหลักในการจัดกิจกรรม จึงแบ่งขั้นตอนของระบบออกเป็นขั้นตอนย่อย 8 ขั้นตอน เพื่อสะดวกในการเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอน ทำให้จัดกิจกรรมได้อย่างหลากหลายและยืดหยุ่น ตอบสนองการพัฒนาศักยภาพทุกด้านของผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างเต็มที่ ซึ่งแนวทางการจัดกิจกรรมเริ่มจากกิจกรรมที่ตอบสนองผู้เรียนแบบที่ 1 จนถึงกิจกรรมสนองผู้เรียนแบบที่ 4 หมุนเวียนอย่างเป็นระบบ ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมแบบ 4 MAT System มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ช่วงที่ 1 การบูรณาการประสบการณ์ใหม่ให้เป็นส่วนหนึ่งของตนเอง

การพัฒนาจากประสบการณ์จริง ไปสู่การสังเกตด้วยสติปัญญาคิดไตร่ตรอง ต้องสร้างประสบการณ์ให้คิดเหตุผลด้วยตนเอง ผู้เรียนชอบจินตนาการจะมีความสุขในการเรียน

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างประสบการณ์ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดกสบาย และมีความสุขที่สุดในการเรียน ถ้าครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมาย ด้วยวิธีการกระตุ้นหรือสร้างแรงจูงใจ และให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ดังกล่าวเป็นประสบการณ์ของตนเอง

ขั้นที่ 2 ขั้นไตร่ตรองประสบการณ์ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสุขสะดกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน จะใช้สมองสะท้อนความคิดจากประสบการณ์ โดยการอภิปราย หลังจากครูสร้างประสบการณ์ที่มีความหมายให้แล้ว

2. ช่วงที่ 2 การสร้างความคิดรวบยอด

การพัฒนาความคิดรวบยอด จากการสังเกตด้วยสติปัญญาคิดไตร่ตรอง ไปสู่การสร้างแนวคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนชอบการวิเคราะห์จะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน นักเรียนบูรณาการประสบการณ์และความรู้ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจความคิดรวบยอด โดยครูเป็นผู้ให้ข้อมูลและข้อเท็จจริงและ

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่ความเข้าใจความคิดรวบยอด

ขั้นที่ 4 ขั้นพัฒนาความคิดรวบยอด ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ครูให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือข้อเท็จจริงตามทฤษฎีหรือความคิดรวบยอด โดยการวิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์ หรือไต่ถาม ค้นคว้า นักเรียนคิดวิเคราะห์ ไตร่ตรองจากประสบการณ์ ข้อมูล ข้อเท็จจริงที่ได้รับ

ช่วงที่ 3 การปฏิบัติและพัฒนาแนวคิดออกมาเป็นการกระทำ

การทดลองด้วยตนเอง ไปสู่การสร้างแนวความคิดที่เป็นนามธรรม ผู้เรียนชอบใช้สามัญสำนึกจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอด ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้ ครูให้ผู้เรียนได้ลองทำโดยผ่านประสาทสัมผัส โดยครูเป็นผู้ฝึกและอำนวยความสะดวก เช่น การทดลอง การทำแบบฝึกหัด เพื่อพัฒนาความคิดและทักษะของตนเอง

ขั้นที่ 6 ขั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตนเอง ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ผู้เรียนจะปรับปรุงสิ่งที่ตนเองปฏิบัติด้วยวิธีการของตนเอง และบูรณาการข้อมูลเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

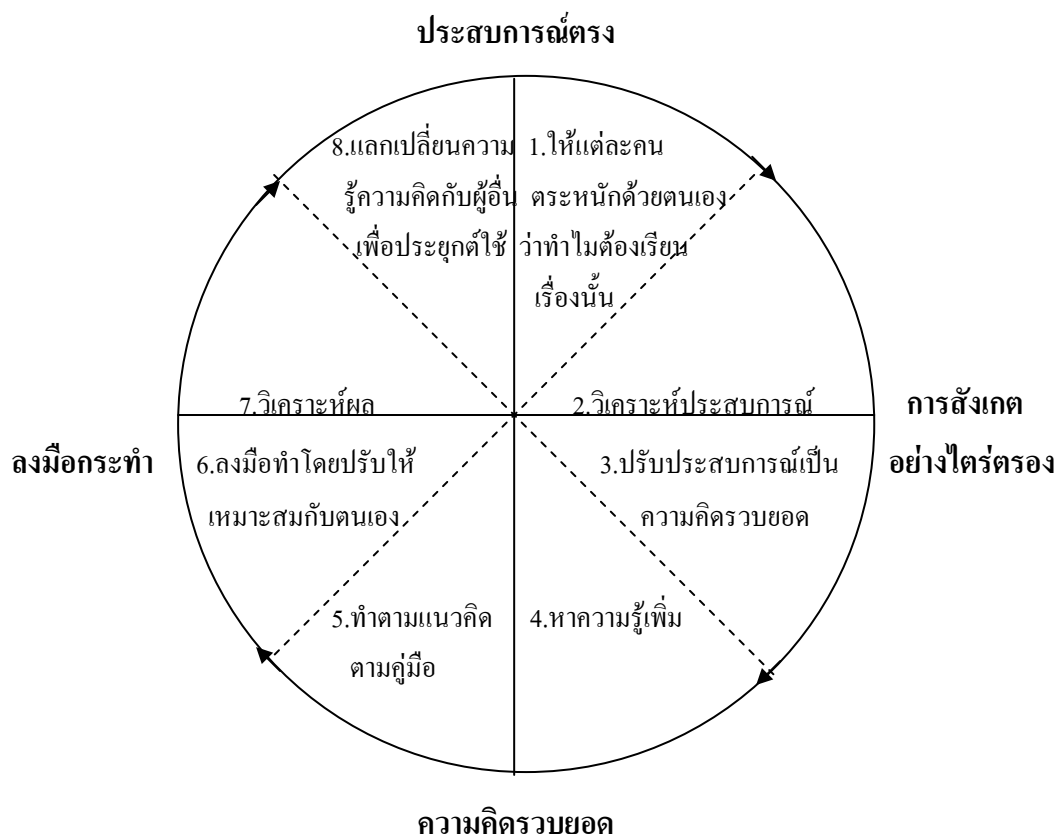
3. ช่วงที่ 4 การบูรณาการการประยุกต์ใช้

การทดลองด้วยตนเอง ไปสู่การได้รับประสบการณ์จริง ผู้เรียนชอบพลวัตจะมีความสุขที่สุดในการเรียนรู้

ขั้นที่ 7 ขั้นวิเคราะห์ค่าและการประยุกต์ใช้ ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกซ้ายมีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน ผู้เรียนวิเคราะห์จากการเรียนรู้แล้วนำไปวางแผนเพื่อประยุกต์ใช้หรือคิดแปลงให้ดีขึ้น หรือถ่วงรอนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น

ขั้นที่ 8 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น ผู้เรียนที่ถนัดการเรียนรู้ด้วยสมองซีกขวามีความสะดวกสบายและมีความสุขที่สุดในการเรียน จากการได้ทักษะการคิดค้นด้วยตนเอง ผู้เรียนจะแบ่งปันสิ่งที่ได้เรียนรู้มากับผู้อื่น เป็นการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

จากขั้นตอนการสอนแบบ 4 MAT ทั้ง 8 ขั้น สามารถสรุปได้ดังแผนภาพประกอบ 5 ดังนี้



ภาพประกอบ 5 แสดงขั้นการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ตามแบบการเรียนรู้ และเทคนิคการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวา

ที่มา : กรมวิชาการ. 2542 : 67-68

จากข้อความดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ลำดับขั้นการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ มี 8 ขั้น ซึ่งได้แก่ ขั้นสร้างประสบการณ์ ขั้นไตร่ตรองประสบการณ์ ขั้นปรับประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด ขั้นพัฒนาทฤษฎีและความคิดรวบยอด ขั้นลงมือปฏิบัติจากกรอบความคิดรวบยอด ขั้นสร้างสิ่งสะท้อนความเป็นตัวเอง ขั้นวิเคราะห์คุณค่าและการประยุกต์ใช้ และขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้อื่น ซึ่งทั้งหมดนี้จะดำเนินไปตามวัฏจักรการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการพัฒนาสมองทั้ง 2 ซีก เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละแบบเรียนรู้อย่างสมดุลและสมบูรณ์มากที่สุด

2.4 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

แมคคาร์ธี (McCarthy. 1990 : 31-37) ได้เสนอแนะพื้นฐานประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ดังนี้

1. วางแผน จัดลำดับเพื่อพัฒนา ในแนวทางเดียวกันถึงสิ่งที่คาดหวังว่าจะเกี่ยวข้องกับครูผู้สอน เพื่อวางแผนการสอนรวมถึงโครงการพิเศษที่จะจัดหาครูที่มีความสามารถเฉพาะบุคคลรวมกันมาจัดการแผนการเรียนการสอนและหลักสูตร

2. รับเอากฎการสอนแบบผู้นำมาปฏิบัติและทำให้การศึกษาเป็นการบูรณาการส่วนต่าง ๆ ในชีวิตเข้าด้วยกัน

3. การให้ฝึกสร้างความคิดรวบยอดที่ชัดเจน เป็นการเสริมสร้างความสามารถของครูให้มีความเข้าใจในโครงสร้างของความคิดรวบยอดของสิ่งที่กำลังสอนอยู่

4. ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาและนำเนื้อหาที่ได้ไปผนวกเข้ากับชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายเนื่องจากผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง

5. ช่วยให้ครูมองเห็นความจำเป็นในการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวันและเตรียมจัดหาทวิวิธีต่าง ๆ เทคนิคมาช่วยในการสอน วางแผนการสอนให้บรรลุเป้าหมาย

6. ให้เกิดความตั้งใจในการฝึกฝน จัดกิจกรรมส่งเสริมการใช้สมองซีกขวาและสมองซีกซ้ายรวมทั้งการให้ข้อมูลและฝึกฝนทักษะเป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงอย่างมาก

7. การประเมินผล ไม่ว่าจะเป็นการประเมินผลด้านความคิด ความรู้ส่วนบุคคล การนำความรู้ไปใช้ ความคิดสร้างสรรค์ สิ่งเหล่านี้ต้องพยายามหาวิธีประเมินเพื่อให้ได้ผลที่แท้จริง

ศักดิ์ชัย นิรัญทวี และไพเราะ พุ่มมัน (2542 : 21-24) เสนอแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนสำหรับครูไว้ดังนี้

1. การวางแผนการสอน/แผนการจัดกิจกรรม การเตรียมการสอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ครูประสบความสำเร็จในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แม้ว่าการเรียนการสอนจะต้องยืดหยุ่นตามสถานการณ์

2. การเขียนแผนการสอนหรือแผนการจัดกิจกรรม ครูผู้สอนต้องลงมือปฏิบัติจริงตามขั้นตอนที่กำหนด จะทำให้ครูสามารถวางแผนการสอน และเตรียมการสอนได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างตรงวัตถุประสงค์ และสามารถพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะตามต้องการได้ยั่งยืน

3. การจัดทำแผนการสอนหรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละครั้ง ศักยภาพที่ต้องการพัฒนาอาจไม่ครอบคลุมทุกลักษณะ แต่เมื่อสอนจบหลักสูตรแล้วเด็กควรมีศักยภาพครบทุกลักษณะและศักยภาพบางอย่างต้องฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง

จากแนวคิดดังกล่าว สรุปเป็นแนวทางได้ว่า เมื่อผู้เรียนมีวิธีการเรียนที่แตกต่างกันตามรูปแบบ ของตนเอง ครูจึงควรใช้วิธีการสอนในแต่ละช่วงของการเรียนแบบครบวงจรนี้ให้ที่

แตกต่างกันไปด้วยดังนี้

1. รูปแบบการจัดประสบการณ์สำหรับผู้เรียนแบบที่ 1 ซึ่งเรียนด้วยการสังเกตและสัมผัสโดยมีคำถามนำทางว่า ทำไม (Why) รูปแบบของประสบการณ์ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนกลุ่มนี้ ได้แก่ การศึกษานอกสถานที่ การใช้รูปภาพประกอบการสอน การอภิปรายแบบระดมสมอง การระบุปัญหา การฟังเพลง บทกวี เรื่องราว หรืองานเขียนอิสระ นอกจากนี้ครูควรจัดให้มีการอภิปรายถึงประสบการณ์ที่ได้หลังจากการจัดกิจกรรมเหล่านั้นเพื่อกระตุ้นให้แสดงออก

2. รูปแบบการจัดประสบการณ์สำหรับผู้เรียนแบบที่ 2 ซึ่งเรียนรู้ด้วยการสังเกตและการคิด มีคำถามนำทางว่าอะไร (What) กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถจัดในรูปแบบของการบรรยาย การอ่านในใจ การวิจัย การเขียนคำบอก การทำซ้ำ การท่องจำหรือเกม หลักการจัดกิจกรรมนี้ครูต้องให้แหล่งข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง

3. รูปแบบการจัดประสบการณ์สำหรับผู้เรียนแบบที่ 3 ซึ่งเรียนจากการคิดและลงมือทำ ใช้คำถามนำทางว่า “อย่างไร” (How) กิจกรรมที่ให้พวกเขาได้ฝึก เช่น การทำแบบฝึกหัด การจัดการหรือการสังเคราะห์ข้อมูล การใช้กลุ่มการเรียนรู้เพื่อการคิดสืบค้น การเขียน การทบทวน หรือการลำดับเรื่อง การแก้ปัญหา กิจกรรมเหล่านี้เป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงข้อเท็จจริงกับตัวผู้เรียนเอง การที่เขาได้ลงมือทำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วเป็นหลักการของการจัดการเรียนการสอน

4. รูปแบบการจัดประสบการณ์สำหรับผู้เรียนแบบที่ 4 ซึ่งเรียนรู้จากการสัมผัสและลงมือทำ โดยมีคำถามนำทางว่า “ถ้า” (If) กิจกรรมสำหรับผู้เรียนกลุ่มนี้ ได้แก่ การทำโครงการ การนำเสนองาน การรายงาน การโต้วาที การแสดงละคร การจัดนิทรรศการ และการมีส่วนร่วมกับชุมชน ผู้เรียนกลุ่มนี้จะได้เรียนรู้ด้วยตนเองและถ่ายทอดให้กับผู้อื่น

3. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

มนุษย์เรานับที่ข้อมูลจากประสาทสัมผัสไว้ในสมองเพื่อเป็นฐานข้อมูล ข้อมูลที่บันทึกไว้ในสมองไม่มีใครทราบว่ามนุษย์บันทึกไว้ในลักษณะใด นักจิตวิทยาในกลุ่มทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ คือ เพียเจต์ สร้างภาพขึ้นมาว่ามนุษย์บันทึกประสบการณ์ไว้ในรูปของโครงสร้างของสติปัญญา เมื่อมนุษย์ได้รับรู้ประสบการณ์ใหม่ ก็จะนำโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีอยู่มาเทียบเคียง หากประสบการณ์ใหม่มีส่วนที่แตกต่างออกไป มนุษย์ก็จะเปรียบเทียบโครงสร้างของประสบการณ์เดิม เป็นโครงสร้างทางสติปัญญาใหม่ ซึ่งทำให้มนุษย์มีการพัฒนาสติปัญญาเพิ่มขึ้น

3.1 ความหมายของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

บุญเชิด ภิญญโณนันทพงษ์ (2540 : 42) กล่าวว่าทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องแสวงหาความรู้ ความเข้าใจขึ้นด้วยตนเอง ความแข็งแรงแรง ความเจริญงอกงามในความรู้ จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับคนอื่น ๆ หรือ ได้พบสิ่งใหม่ ๆ แล้วนำความรู้ที่มีอยู่มาเชื่อมโยง

สาคร ธรรมศักดิ์ (2541 : 10) กล่าวว่าการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง

เน็ดศักดิ์ ชุมนุช (2543 : 98) กล่าวว่าทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เป็นปรัชญาแห่งการสร้างองค์ความรู้ ความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งมีความหมายเฉพาะตัวของบุคคลนั้น ๆ คนสร้างความรู้ได้เอง โดยการนำข้อมูลจากภายนอกมาผสมผสานกับสิ่งที่เขารู้อยู่แล้วแต่เดิม สร้างความรู้ให้มีความหมายใหม่ขึ้น

มาร์ติน (Martin. 1994 : 44) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าเป็นกระบวนการทางความคิด เน้นถึงความสำคัญของความคิดจากการผสมผสานระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างโดยตัวผู้เรียนเอง โดยเชื่อว่ากุญแจสำคัญของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ก็คือตัวผู้เรียน ควรจะสร้างแนวความคิดด้วยตนเอง เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม

ดิเบนทลี่ และไมค์ (Dibentry & Mike. 1994 : 9) กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับความรู้ส่วนบุคคลที่มีต่อเหตุการณ์สำคัญ การสร้างแนวความคิดใหม่มักจะเกี่ยวข้องกับประสบการณ์เดิมและความรู้ที่เคยมีมา การเรียนการสอนควรเน้นที่ความเข้าใจมากกว่าเนื้อหาในบทเรียน

สรุปทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นได้โดยมีสิ่งที่เป็นประสบการณ์หรือสิ่งที่ก่อให้เกิดความไม่สมดุลทางปัญญา ส่งผลให้ผู้เรียนคิดค้นทางปัญญาและการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาและนำไปสู่การสร้างความรู้ด้วยตนเอง

3.2 รากฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เป็นแนวคิดที่รู้จักกันแพร่หลายในปัจจุบัน และนำผู้มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาและพัฒนารการเรียนรู้ในสาขาต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง และจำแนกทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม (จิรภรณ์ วสุวัต. 2540 : 20) คือ

1. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้แบบรากฐาน (Radical constructivist) ที่มาจากกลุ่มนักการศึกษา นักจิตวิทยาผู้นิยมแนวคิดของเพียเจต์ ที่มีความคิดว่าความรู้คือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสติปัญญาในสมองของเด็ก โดยถือบทบาทของครูเป็นเพียงผู้ช่วยให้เด็กพัฒนา

ความคิด และจัดสภาพแวดล้อมที่ท้าทายวิธีการคิดของเด็ก และช่วยให้เด็กได้ทดสอบความคิดของตนเอง

2. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ทางสังคม (Social constructivist) แนวคิดของกลุ่มนี้ประกอบด้วยแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงความรู้ ซึ่งถือว่าเป็นผลผลิตทางสังคม โดยมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่อไปนี้เป็นคือ ความรู้ผ่านการเจรจาในการสนทนาแลกเปลี่ยนของชุมชน และผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากวัฒนธรรมและองค์ประกอบทางประวัติศาสตร์

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ในปัจจุบัน ซึ่งนักการศึกษากลุ่มใหม่มีการศึกษาวิจัยที่ยืนยันว่าเด็ก ๆ จะมีทักษะของตนเอง มีการแปลความ ตีความข้อมูลที่เขาได้รับจากโลกที่เขาอยู่ สร้างขึ้นเป็นความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งทักษะเหล่านี้เกิดขึ้นมาจากข้อมูล ประสบการณ์(จากการพบเห็น การได้รับการบอกเล่า) ที่พบในโลกรอบตัว เมื่อได้พบเห็นสิ่งใหม่ ๆ เด็กก็จะเชื่อมโยงสิ่งเหล่านั้นเข้ากับตน เพื่อให้มีความหมายสำหรับตน โดยประสบการณ์หรือความรู้เดิมที่มีอยู่มาสร้างความหมายสำหรับตน และจะยึดถือความหมายที่ตนสร้างขึ้นโดยถือว่าความหมายที่ตนสร้างขึ้นเป็นความรู้หรือทักษะของตน

นักคิดทางทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ที่โดดเด่นที่สุดคือ เพียเจต์ (Piaget) และวิกตอทสกี (Vygotsky) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจากเพียเจต์ได้เสนอแนะว่าการเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคลที่มีความเป็นอัตนัย และวิกตอทสกีได้ขยายขอบเขตของการเรียนรู้แต่ละบุคคลว่าเกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น (ถวิล ธาราโกชน. 2547 : 48-50)

เพียเจต์ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ซึ่งทฤษฎีนี้ถือว่าเป็นพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ซึ่งเพียเจต์อธิบายว่าขบวนการพัฒนาทางสติปัญญามีอยู่ 2 ขั้นตอน คือ

1. ขบวนการปรับเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) คือกิจกรรมที่กระทำต่อโลกภายนอกแล้วผสมกลมกลืนสิ่งใหม่ ๆ ที่จะได้จากโลกภายนอกให้เข้ากับความคิดเดิมที่มีอยู่หรือโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ เช่น สามารถจัดสัตว์ประเภทนกได้แล้ว ก็รวมเป็ดไปเข้ามาเข้าประเภทนกได้

2. ขบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เป็นกิจกรรมที่เปลี่ยนรูปโครงสร้างเดิม เช่น รู้จักสัตว์ประเภทนก ต่อมาเจอกระรอกบินก็จัดประเภทใหม่ได้ เพราะกระรอกบินไม่ใช่ทั้งนกและสัตว์สี่เท้า

ผลการทำงานของขบวนการดังกล่าวจะเกิดเป็นโครงสร้างขึ้นในสมอง โครงสร้างต่าง ๆ จะพัฒนาขึ้นตามอายุ และจะมีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์เมื่อเด็กอายุประมาณ 15 ปี การพัฒนาทางสติปัญญาจะเป็นไปตามลำดับขั้น จะข้ามขั้นไม่ได้ แต่อัตราของการพัฒนาการอาจมีความ

แตกต่างกันเด็กแต่ละคน เนื่องมาจากสิ่งแวดล้อมของเด็กเป็นสำคัญ เด็กที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความล้ำหลังทางวัฒนธรรม จะมีอัตราของการพัฒนาการทางสติปัญญาช้ากว่าเด็กที่มีสภาพแวดล้อมที่พร้อมพร้อมด้วยความเจริญทางวัฒนธรรม

เพียเจต์ได้แบ่งขั้นของการพัฒนาสติปัญญาของมนุษย์ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 15 ปี มีอยู่ 4 ขั้นตอน คือ (วนิช สุธารัตน์และคำ พาหอม. 2553 : 145)

1. การเรียนรู้จากประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว เป็นการเรียนรู้โดยอาศัยประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว เด็กเล็ก ๆ ใช้อวัยวะ คือ ตา มือ หู จมูก ลิ้น และกาย เข้าไปสัมผัสสิ่งแวดล้อม เกิดตั้งแต่อายุ 0 – 2 ปี

2. ขั้นเตรียมการคิด เกิดขึ้นในระหว่างอายุ 2 – 7 ปี แบ่งเป็นขั้นย่อย ๆ ได้ 2 ขั้น คือ ขั้นก่อนการคิดเชิงเหตุผล กับขั้นการใช้ปัญญาญาณ หรือความคิดที่เกิดขึ้นได้เอง

ขั้นเตรียมการคิดในขั้นต้น เป็นการคิดที่ยึดตนเองเป็นสำคัญหรือเป็นศูนย์กลาง เริ่มสร้างความคิดรวบยอดสิ่งที่เป็นรูปธรรม แต่ยังไม่สามารถใช้เหตุผลทางตรรกวิทยา ในขั้นการใช้ปัญญาญาณเป็นพัฒนาการที่สำคัญของการคิด คือความรู้และปัญญาต่าง ๆ ในขั้นนี้เกิดขึ้น ได้เองโดยธรรมชาติไม่สามารถอธิบายได้ว่าเกิดได้อย่างไร

3. ขั้นการคิดที่เป็นรูปธรรม เกิดขึ้นในระหว่างอายุ 7 – 11 ปี สามารถใช้ความคิดในเชิงเหตุผล การคิดแก้ปัญหาตลอดจนเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ เช่น เข้าใจเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะองค์ประกอบย่อย องค์ประกอบรวม และการจัดหมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ เป็นต้น

4. ขั้นการคิดที่เป็นนามธรรม เกิดขึ้นระหว่างอายุ 11 – 15 ปี เป็นการพัฒนาความคิดในระดับสูง คือ คิดในลักษณะนามธรรม เช่น คิดในเชิงเหตุผลและนามธรรม คิดตั้งสมมติฐาน การคิดแก้ปัญหา ความคิดเชิงวิเคราะห์ การตัดสินใจ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

วิกตอทสกี (Vygotsky) เป็นชาวรัสเซีย ได้รับการยกย่องว่าเป็นปราชญ์แห่งจิตวิทยา วิกตอทสกีเชื่อว่าบริบททางสังคมและวัฒนธรรมมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ และสนับสนุนให้ใช้วิธีการด้านค้นคว้าหาความรู้ในการเรียน (ประสิทธิ์ ศรีเรืองฤทธิ์. 2549 : บทคัดย่อ)

วิกตอทสกีอธิบายว่าการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง และระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริง และระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of proximal development) คือ บริเวณที่เด็กกำลังจะเข้าใจบางสิ่งบางอย่าง จากการเป็นครูและนักวิจัยของเขา เขาตระหนักอยู่เสมอว่าเด็กมีความสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เกินกว่าระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของเขาที่จะทำได้ หากเขา

ได้รับคำแนะนำ ถูกกระตุ้น หรือชักจูงโดยใครบางคนที่มีสติปัญญาที่ดีกว่า บุคคลเหล่านี้อาจเป็นเพื่อนที่มีความสามารถ นักเรียนคนอื่น ๆ เพื่อน ครู พ่อแม่ หรือใครก็ได้ที่มีความเชี่ยวชาญวิ กอทสกี (Vygotsky, 1978 : 86)

พื้นที่รอยต่อพัฒนาการจะอยู่ระหว่างระดับของการแสดงพฤติกรรมโดยได้รับการช่วยเหลือ กับ การทำงานที่เด็กทำอย่างอิสระตามลำพัง พื้นที่รอยต่อพัฒนาการนี้ไม่มีความคงที่ ไม่มีความแน่นอน แต่จะเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในความแปรเปลี่ยนนั้น ได้ทำให้เด็กกลายมาเป็น ผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้มากขึ้นและมีความเข้าใจในความซับซ้อนของมโนทัศน์และทักษะ ต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น อะไรก็ตามที่เด็กได้รับการช่วยเหลือในอดีต จะกลายมาเป็นการทำงานอย่าง อิสระตามลำพังในปัจจุบัน และเมื่อเผชิญกับสถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ จากการทำงานอย่าง อิสระตามลำพัง ก็จะกลับกลายมาเป็นการทำงานที่ต้องได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญว่าจริง นี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่องซ้ำไปซ้ำมา เพื่อการได้มาซึ่งความรู้ ทักษะ กลวิธี หรือพฤติกรรมการเรียนรู้ อื่น ๆ ที่มีคุณภาพสูงขึ้น

ความแตกต่างระหว่างทฤษฎีแบบดั้งเดิมกับทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ สุนทร สุนันทชัย (2540 : 28) ได้เสนอไว้ดังนี้

แนวคิดแบบดั้งเดิมทั้งแบบพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) และปัญญานิยม (Cognitivism) ล้วนมีพื้นฐานมาจากความเชื่อว่าสถานะความเป็นจริงอยู่ภายนอกตัวผู้เรียน หน้าที่ ของผู้เรียนคือรับเข้าและสะท้อนออกมาซึ่งภาพรวมของสถานะความเป็นจริงอย่างถูกต้อง แนวความคิดเป็นพื้นฐานของความคิดที่ว่า การเรียนรู้ของมนุษย์เป็นแบบกลไก ซึ่งมีตัวนำเข้าการ รับรู้สิ่งเร้าเข้าสู่สมองและมีการทำงานของสมองเพื่อโต้ตอบต่อสิ่งเร้า และมีการแสดงออกทาง อินทรีย์ได้ตอบสิ่งเร้า

จากความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่กำหนดได้ สามารถพยากรณ์ความหมายได้ และนำมาถ่ายแบบหรือทำซ้ำได้ ทำให้การเรียนรู้กลายเป็นสูตรสำเร็จ ครูสามารถกำหนดไว้ ล่วงหน้าว่า จะใส่สิ่งเร้าชนิดใด จึงจะเกิดการตอบได้ที่ครูต้องการจากผู้เรียน

จากพื้นฐานความเชื่อดังเดิมทำให้เกิดการแยกย่อยของความรู้ การทำให้แปลงรูปไปโดย ลดความซับซ้อน การแยกส่วนความรู้ออกจากบริบทหรือการเน้นอิสระออกจากบริบท ทั้งนี้เป็น การบิดเบือนในความเป็นจริงมาก เพราะธรรมชาติของความรู้ นั้น เป็นลักษณะองค์รวมไม่เป็น ลักษณะแยกออกโดดเดี่ยวและความรู้ย่อมเกี่ยวพันกับบริบท ไม่สามารถแยกต่างหากจากบริบทได้

ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ เชื่อว่าสถานะความเป็นจริงถูกกำหนดโดยประสบการณ์ของผู้เรียน ผู้เรียนสร้างสถานะความเป็นจริงขึ้นเองเป็นส่วนบุคคล ดังนั้นการมองภาพของผู้เรียนจึง แตกต่างกันไปตามประสบการณ์ของแต่ละบุคคล การเรียนรู้ไม่ใช่กิจกรรมของครูฝ่ายเดียว แต่

ผู้เรียนจะต้องสร้างความรู้ขึ้นเองด้วย บทบาทของผู้เรียนจึงต้องเป็นฝ่ายกระทำเป็นฝ่ายคิดไม่อยู่เฉย ๆ รูปแบบกระบวนการเรียนรู้ในแนวนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ซึ่งผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมอยู่โดยตลอด

3.3 ทฤษฎี หลักการ แนวความคิด

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้นำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไว้ดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540 : 13) มีทัศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าเป็นการพัฒนาเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ เป็นการสร้างและยอมรับความคิดใหม่ ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่ แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบนี้เรียกว่า การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ซึ่งตระหนักว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าดูดซึมความคิดใหม่ ๆ และนักเรียนเป็นคนสร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง

คอบบ์ (Cobb. 1994 : 13 - 20) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ว่าเป็นกระบวนการในการรวบรวมและการสร้างความรู้โครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียนอาจแปลกและแตกต่างจากโครงสร้างความรู้ของผู้อื่น

ไดเวอร์และเบลล์ (Driver & Bell. 1986 : 443-456) ยังได้ชี้แนะว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมายของความรู้ นั้นไม่ว่าความรู้จะมาจกหนังสือเรียนจากการพูดคุย หรือจากประสบการณ์รอบตัว ซึ่งแนวคิดนี้เน้นว่า

1. ผลที่ได้จากการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ เช่น เมื่อให้นักเรียนสังเกตเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ สิ่งที่นักเรียนสังเกตอาจแตกต่างจากสิ่งที่เราตั้งใจให้นักเรียนสังเกต หรือขึ้นอยู่กับว่าสิ่งนั้นมีความหมายสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนรู้มาก่อนหรือไม่

2. การเรียนรู้จะเกี่ยวข้องกับการสร้างความหมาย คนเรามักสร้างความหมายในสิ่งที่เขาได้ยินหรือได้เห็น โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ

3. การสร้างความหมายเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง และผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมาย เมื่อคนเรามีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือกับบุคคลอื่น ๆ เราจะมีส่วนร่วมในการตั้งสมมติฐานตรวจสอบ และเปลี่ยนแปลงความคิด

4. ความเชื่อและการประเมินผลความหมาย ถึงแม้ว่านักเรียนได้สร้างความหมายอย่างที่ครูผู้สอนตั้งใจไว้ แต่เขาอาจไม่เต็มใจที่ยอมรับหรือเชื่อมั่น การเรียนรู้ไม่ได้เกี่ยวข้องเพียงแค่

การสร้างความหมายอย่างที่ตั้งใจไว้เท่านั้น แต่ต้องยอมรับด้วย ความหมายเมื่อถูกสร้างขึ้นแล้วต้องมีการประเมินผลและหลังจากการประเมินผลแล้วอาจมีการยอมรับหรือละทิ้งไป

5. การเรียนรู้เป็นความรับผิดชอบของผู้เรียนรู้นั้น นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ด้วยการชี้แนะตนเองในการเรียนรู้ ภาระงานโดยใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการสร้างความหมาย ไม่ว่าจะเป็นการอ่านหรือฟัง ดังนั้นการสอนนักเรียนจึงเป็นการช่วยให้นักเรียนได้จัดประสบการณ์อย่างเป็นระบบ

6. ความหมายบางความหมายสามารถแลกเปลี่ยนกันได้ นักเรียนแต่ละคนสามารถสร้างความหมายที่แตกต่างกันในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งเป็นความหมายที่แปลกไม่เหมือนใคร ความหมายที่นักเรียนสร้างขึ้นอาจเนื่องมาจากการแลกเปลี่ยนประสบการณ์

สรุปตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ นักเรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ๆ กับสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัว เพื่อที่จะอธิบายหรือสร้างความหมาย ในการหาคำอธิบายนักเรียนแต่ละคนจะต้องสร้างความคิดจากเหตุการณ์ที่เขาได้พบ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนและนักเรียนจะต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ครูเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

3.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

เชดสคัลดี ชูมนุม (2543 : 21) ได้กล่าวถึงหลักในการพิจารณาจัดเตรียมกิจกรรมในการนำแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มาใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ต้องจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้มีทางเลือก ลดทอนความกดดันและส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่ม ปัจจุบันนี้การเรียนการสอนมักเน้นหนักในการควบคุมพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนต้องอยู่ในกรอบและปฏิบัติตามสิ่งที่ครูบอกทุกอย่างจนตนเองไม่มีทางเลือกไปได้

2. จัดบริบทการเรียนรู้ซึ่งสนับสนุนความเป็นอิสระของผู้เรียนในขณะที่เดียวกันผู้สอนต้องทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนที่ดี เพื่อพัฒนาผู้เรียนซึ่งอยู่ระหว่างการขยับจากการพึ่งพาผู้อื่นมาพึ่งพาตนเองให้สามารถก้าวขึ้นมาได้ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ในข้อนี้ยังหมายถึงเพื่อน ๆ ของผู้เรียน ซึ่งจากการทำงานด้วยกันด้วยดี มีความเกื้อกูล สนับสนุนซึ่งกันและกันดี ย่อมเป็นปัจจัยสนับสนุนให้เด็กได้พัฒนาการเรียนรู้ได้ดีด้วย

3. ผู้เรียนมีโอกาที่จะใช้ความรู้เรียนในบริบทที่เหมาะสม เพื่อให้เด็กเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสิ่งที่เรียนรู้กับโลกแห่งความเป็นจริงภายนอก

4. สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้โดยตนเอง โดยสอนให้มีทักษะและเจตคติที่เหมาะสมต่อการแสวงหาและสร้างความรู้

5. เสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมที่จะเรียนรู้ ซึ่งรวมทั้งการยอมรับความผิดพลาดเป็นเรื่องธรรมดาและเป็นสิ่งที่ช่วยให้สามารถแสวงหาสิ่งที่ดีกว่าและถูกต้องได้ต่อไป

เทรทท์แมนและลิชเทนเบิร์ก (Troutman & Lichtenberg, 1995 : 36-37) ได้กล่าวถึงการเตรียมการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ต้องคำนึงถึงเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ควรตั้งจุดมุ่งหมายในการจัดประสบการณ์ในการเรียนรู้
2. ควรพิจารณาทบทวนเกี่ยวกับผู้เรียนด้านอายุ ระดับพัฒนาการ สถานะทางสังคม พื้นฐานทางวัฒนธรรม ผลการเรียนรู้ที่ผ่านมา
3. จัดหาอุปกรณ์การสอนที่ช่วยให้เข้าใจการเรียนรู้หลักการให้ได้ดีขึ้น หรือทฤษฎีที่เข้าใจง่ายแก่ผู้เรียน อุปกรณ์การสอนควรจะแสดงวิธีการที่จะทำให้เข้าใจการเรียนรู้ได้ง่าย โดยมีขั้นตอนให้เห็น และทฤษฎีทำให้เข้าใจง่ายควรที่จะช่วยเมื่อผู้เรียนลิ้มขั้นตอนในการทำ ทฤษฎีควรจะยืดหยุ่นเพียงพอที่จะเชื่อมโยงกับหลักการอื่นไม่ใช่อุปกรณ์การสอนแต่ความสนุก หรือดึงดูดความสนใจเท่านั้น ควรจะใช้ได้จริงและพิสูจน์ให้เห็นขั้นตอนจะดีกว่า
4. เลือกภาษาและภาพที่เหมาะสมกับช่วงวัยของผู้เรียน
5. ใช้เรื่องราวที่เป็นปัญหาในการชักจูงเด็กอยากเรียนหลักการใหม่ ๆ และความสามารถใหม่ ๆ
6. เลือกจุดสำคัญในการสำรวจว่าคำถามที่สร้างจะถูกถาม ณ ที่ใด ควรทำรายการว่าปัญหาไหนควรจะถูกละทิ้ง และทบทวนคำถามทุกครั้งหลังมีการสอน แน่ใจว่าคำถามไม่ใช่แบบ “ใช่” หรือ “ไม่” แค่นั้น ควรจะหาคำถามที่ต้องให้ผู้เรียนคอยสังเกต และให้ลองหาข้อสรุปมีโอกาสที่คิดและหาคำตอบ
7. สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าสามารถผ่านการเรียนการสอนไปได้แบบไหนและวิเคราะห์ความก้าวหน้าของผู้เรียน
8. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการตอบสนองเมื่อผู้เรียนได้มีการเริ่มต้นในการตอบสนอง และมีการตอบสนองบ่อยขึ้น ผู้เรียนจะได้มีโอกาสตรวจสอบและประเมินความเข้าใจและความผิดพลาดของตนเอง เป็นกระบวนการที่นำผู้เรียนไปสู่การสร้างความเข้าใจในประเด็นปัญหาและความคิดของตนเอง
9. ผู้สอนจะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีการโต้แย้งหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ตั้งไว้ และกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายโต้แย้งส่งผลให้ผู้เรียนได้มีการพัฒนาทางปัญญา

10. ผู้สอนจะต้องใช้เวลาหลังจากได้ถามคำถาม ในสภาพห้องเรียนนั้น มีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่ได้เตรียมตัวพร้อมสำหรับคำถาม หรือตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นในทันที ผู้เรียนส่วนนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลา การที่ผู้สอนต้องการคำตอบหรือการตอบสนองของผู้เรียนส่วนนี้ทันที จะกลายเป็นการยับยั้งความคิดของผู้เรียนและเป็นการบีบบังคับให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้ดูแลเหตุการณ์

11. ผู้สอนควรใช้เวลาสำหรับผู้เรียนในการสร้างความสัมพันธ์และการสร้างสรรค์ การเปรียบเทียบ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมสำหรับชั้นเรียนและจัดเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดต่าง ๆ ของตนเอง

12. ผู้สอนควรเอาใจใส่ธรรมชาติความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียน โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ซึ่งเสนอโดยเอ็ทกินและคาร์พลุส (Atkin & Karplus. 1993 : 121-143) เป็นรูปแบบที่อธิบายถึงพัฒนาการของหลักสูตรและการสอนมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ การค้นพบ การแนะนำโนทัศน์ และการประยุกต์โนทัศน์ โดยมีสภาพการณ์ดังนี้

12.1 การค้นพบ (Discovery) ผู้สอนควรจัดเตรียมโอกาสที่เปิดกว้างสำหรับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในการเลือกเนื้อหาสาระ ในขั้นนี้เป็นการออกแบบสำหรับให้ผู้เรียนได้กำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานจากงานหรือข้อมูลที่มีอยู่

12.2 การแนะนำโนทัศน์ (Concept introduction) ผู้สอนควรจัดเตรียมบทเรียนโดยให้ความสำคัญกับปัญหาของผู้เรียน จัดเตรียมความสัมพันธ์และศัพท์ใหม่ ๆ ที่มีโครงสร้างตามประสบการณ์ของผู้เรียนเพื่อเป็นการแนะนำโนทัศน์

12.3 การประยุกต์โนทัศน์ (Concept application) เมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์ การค้นพบ และการแนะนำโนทัศน์ตามลำดับแล้ว ผู้สอนควรจัดสภาพการณ์และปัญหาใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนศักยภาพของตนจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้

3.5 การนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอน

ได้มีนักการศึกษาเสนอขั้นตอนการนำทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนไว้หลากหลาย ดังนี้

ไครเวอร์และเบลล์ (Driver & Bell. 1986 : unpagged) ได้กำหนดขั้นตอนไว้ ดังนี้

1. ขั้นนำเป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดมุ่งหมายและมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน
2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน วิธีการให้ผู้เรียนแสดงออกอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนออกแบบโปสเตอร์หรือการให้ผู้เรียนเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่เขามีอยู่ ผู้เรียนอาจเสนอความรู้เดิมด้วยเทคนิคผังกราฟฟิก ขั้นนี้อาจทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา หรือเกิดภาวะไม่สมดุล

3. **ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด** นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญหรือเป็นหัวใจสำคัญตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

3.1 **ทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างกันและกัน** ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้น เมื่อพิจารณาความแตกต่างและความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับคนอื่น ครูจะมีหน้าที่อำนวยความสะดวก เช่น กำหนดประเด็นกระตุ้นให้นักเรียนคิด ได้แก่ การเรียนรู้

3.2 **สร้างความคิดใหม่** จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางแบบวิธีการที่หลากหลายในการตีความ ปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่หรือความรู้ใหม่

3.3 **ประเมินความคิดใหม่** โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดหรือความรู้ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจจะไม่รู้สึกรังเกียจ ความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. **ขั้นนำความคิดไปใช้** เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิดหรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย เป็นการแสดงว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย การเรียนรู้ที่ไม่มีก็นำความรู้ไปใช้เรียกว่า เรียนหนังสือไม่ใช่เรียนรู้

5. **ขั้นทบทวน** เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขาเมื่อสิ้นสุดบทเรียน ความรู้ที่ผู้เรียนสร้างด้วยตนเองนั้นจะทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา ปรากฏในช่วงความจำระยะยาว เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนสามารถจำได้อย่างถาวรและสามารถนำไปใช้ได้ ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพราะโครงสร้างทางปัญญาคือกรอบความหมายหรือแบบแผนที่บุคคลสร้างขึ้นใช้เป็นเครื่องมือในการตีความหมาย ใช้เหตุผลแก้ปัญหา ตลอดจนใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ นอกจากนี้ยังทบทวนเกี่ยวกับความรู้สึกที่เกิดขึ้น ทบทวนว่าจะนำความรู้ไปใช้ได้อย่างไร และยังมีเรื่องใดที่ยังสงสัยอยู่อีกบ้าง

นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ (2540 : 13) ได้เสนอขั้นตอนดังนี้

1. **การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)** ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอน และเป้าหมายที่ต้องการ

2. **การสำรวจ (Exploration)** ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์ กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะ

ดำเนินได้ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยครูมีหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3. การอธิบาย (Explanation) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นการสำรวจ มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจจะประกอบด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4. การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่จะเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุป เกิดเป็นมโนทัศน์หลักขึ้น นักเรียนจะปรับมโนทัศน์ของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบมโนทัศน์ที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้วโดยการประเมินด้วยตนเองถึงมโนทัศน์ที่ระบุไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องถูกต้องมากน้อยเพียงใด

ศูนย์ เหมาะประสิทธิ์ (2540 : 14-16) ได้เสนอขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจหรือขั้นนำ (Engage) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นหรือสร้างความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการ ความสนใจในการเรียนรู้และความอยากรู้อยากเห็นด้วยการสนทนาหรือตั้งคำถาม หรือใช้เทคนิควิธีและสื่อประกอบ เช่น รูปภาพ นิทาน เพลง บทกลอน หรือบททวมนโมติ และประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่เอื้อต่อการเรียนมโนคติใหม่

2. ขั้นสำรวจ (Explore) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมซึ่งมีลักษณะผสมผสานระหว่างการฟัง การอ่าน การพูด การดูและและการกระทำร่วมกันเพื่อให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นทีม รอบคอบ รับผิดชอบ ซื่อสัตย์ รักษาเวลา และใช้เหตุผล ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยมีบทบาทเป็นผู้กระตุ้น ส่งเสริม และชี้แนะแนวทาง

3. ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายมโนทัศน์ด้วยตนเอง โดยครูตั้งคำถามตะล่อมเพื่อให้นักเรียนอ้างอิงถึงสิ่งที่ป็นพยานหลักฐานความคิดและความเชื่อเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น หรือกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นฐานของการอธิบายมโนคติใหม่

4. ขั้นขยายมโนทัศน์ (Elaborate) เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบว่านักเรียนสามารถประยุกต์ใช้มโนทัศน์ในสถานการณ์ใหม่ได้หรือไม่ โดยการตั้งคำถามใหม่ หรือให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม

ใหม่ หรืออาจให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเพื่อยืนยันความคิดและความเชื่อของตนโดยตั้งคำถาม เช่น อะไรที่นักเรียนรู้จากการปฏิบัติกิจกรรม หรือทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ครูใช้เทคนิคการสังเกตหรือตั้งคำถามปลายเปิด หรือใช้แบบวัดหรือแบบฝึกเพื่อหาหลักฐานการเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะการทำงานกลุ่ม

ยาเกอร์ (Yager, 1991 : 52-57) ได้เสนอขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน (Invitation) ได้แก่
 - 1.1 สังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.2 ถามคำถาม
 - 1.3 พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น
 - 1.4 จัดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นแต่ก็ได้เกิดขึ้น
 - 1.5 ชี้สถานการณ์ที่การรับรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน
2. ขั้นการสำรวจ (Exploation) ได้แก่
 - 2.1 ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
 - 2.2 ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่อาจเป็นไปได้
 - 2.3 มองหาสารสนเทศ
 - 2.4 ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
 - 2.5 สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง
 - 2.6 ออกแบบโมเดล
 - 2.7 รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล
 - 2.8 ใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา
 - 2.9 เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม
 - 2.10 อภิปรายการแก้ปัญหาพร้อมทั้งนักเรียนคนอื่น ๆ
 - 2.11 ออกแบบและดำเนินการทดลอง
 - 2.12 เป็นทางเลือกที่หลากหลาย
 - 2.13 มีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน
 - 2.14 ชี้การเสี่ยงและผลที่ตามมา
 - 2.15 ขอบเขตของการสืบเสาะหาข้อมูล
 - 2.16 วิเคราะห์ข้อมูล
3. ขั้นนำเสนอคำอธิบายและการแก้ปัญหา

- 3.1 สื่อความหมายและความคิดเห็น
 - 3.2 สร้างและอธิบายโมเดล
 - 3.3 สร้างคำอธิบายใหม่
 - 3.4 ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา
 - 3.5 ให้เพื่อนประเมินผลการเสนอคำตอบ
 - 3.6 รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย
 - 3.7 ชี้ให้เห็นคำตอบที่เหมาะสม
 - 3.8 บูรณาการคำตอบที่ได้กับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
 4. ขั้นการปฏิบัติ (Taking action) ได้แก่
 - 4.1 การตัดสินใจ
 - 4.2 นำความรู้และทักษะไปใช้
 - 4.3 ถ่ายโยงความรู้และทักษะ
 - 4.4 แลกเปลี่ยนความคิดเห็น
 - 4.5 ถามคำถามใหม่
 - 4.6 นำผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น
 - 4.7 ใช้โมเดลและความคิดเห็น เพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจากเพื่อน ๆ
- มาร์ติน (Martin. 1994 : 46) ได้เสนอขั้นตอนดังนี้
1. ขั้นสำรวจ (Explore) เป็นขั้นที่กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนอย่างเหมาะสมในการนำไปสู่การใช้เหตุผลอย่างเต็มที่ ส่งเสริมความร่วมมือและการใช้คำถาม
 2. ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นที่ครูมีปฏิสัมพันธ์กับเด็กเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ ใช้คำถามช่วยให้พวกเขาได้ใช้ความคิดจากการสำรวจ สร้างมโนทัศน์และความหมายอย่างสมเหตุสมผล
 3. ขั้นขยายความ (Expand) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดในรูปของการอธิบาย และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมการสื่อสาร ความร่วมมือและการใช้เทคโนโลยี
 4. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นที่ประเมินผลมโนทัศน์ โดยทดสอบว่าเด็กเปลี่ยนความคิด มโนทัศน์ และเกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ ประเมินจากการปฏิบัติจริง การแก้ปัญหาและการใช้คำถาม
- พิมพันธ์ เคะชะคุปต์ (2548 : 17) ได้เสนอขั้นตอนดังนี้
1. ขั้นนำ เป็นขั้นที่ผู้เรียนรับรู้ถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ และเกิดแรงจูงใจในการเรียน

2. **ขั้นทบทวนความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม** เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกซึ่งความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ซึ่งผู้เรียนอาจจะมีความรู้รู้อยู่บ้างแล้วในเรื่องนั้น และอาจเข้าใจผิดในบางสิ่ง อาจมีคำถามที่สงสัย ในขั้นนี้ผู้สอนจะรู้ว่าผู้เรียนรู้อะไรแล้วบ้าง สงสัยในเรื่องใดบ้าง และมีเรื่องใดอีกที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้

3. **ขั้นปรับเปลี่ยนแนวคิด** เป็นขั้นตอนสำคัญของการสร้างความรู้ใหม่ ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

3.1 **ทำความเข้าใจและแลกเปลี่ยนความคิดจากข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ** ด้วยวิธีการต่าง ๆ ในการเก็บข้อมูล เช่น ทดลอง สอบถาม สัมภาษณ์ สังเกต เป็นต้น

3.2 **สร้างความรู้ใหม่**ด้วยการใช้กระบวนการเป็นกระบวนการทางปัญญาและกระบวนการทางสังคม นำความรู้ใหม่ที่ได้เชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิม

3.3 **ประเมินความรู้ใหม่**

3.4 **นำเสนอความรู้ที่สร้าง**

4. **ขั้นทำแบบฝึก** เป็นขั้นที่ช่วยทำให้ผู้เรียนจำได้ เข้าใจอย่างชัดเจน เพื่อสามารถจำได้อย่างถาวร

5. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นนำความรู้ที่สร้างรวมทั้งกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ในชั้นเรียนในโรงเรียนและในชีวิตประจำวันทั่วไป การสร้างความรู้เป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่สุด

จากขั้นตอนการสอนที่นักการศึกษาได้เสนอตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มาทั้งหมดนี้ จะเห็นได้ว่ามีลักษณะขั้นตอนการสอนที่เหมือนกันและแตกต่างกันในบางขั้นตอนจึงขอสรุปดังตาราง 1

ตาราง 1 การเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ขั้นตอน นักวิชาการ	ไคเวอร์ และเบลล์	ยาเกอร์	มาร์ติน	นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ	สุนีย์ เหมะ ประสิทธิ์	พิมพ์พันธ์ เคชะกุลป์
1. ขั้นนำ	✓	✓		✓	✓	✓
2. ขั้นทบทวน ความรู้เดิม	✓					✓
3. ขั้น ปรับเปลี่ยน แนวความคิด	✓					✓
4. ขั้นนำแนว ความคิด ไปใช้	✓					✓
5. ขั้นทำแบบฝึก						✓
6. ขั้นสำรวจ		✓	✓	✓	✓	
7. ขั้นอธิบาย		✓	✓	✓	✓	
8. ขั้นลงข้อสรุป		✓	✓	✓	✓	
9. ขั้นประเมินผล	✓		✓	✓	✓	

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้มีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนไม่ยุ่งยากและซับซ้อนมากเกินไป ในการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องกำหนด ขั้นตอนให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้น สารการเรียนรู้ในการเรียนแต่ละครั้ง สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ของ ไดรเวอร์และเบลล์ (Driver & Bell, 1986) ; ยาเกอร์ (Yager, 1991 : 52-57) ; มาร์ติน (Martin, 1994 : 46) ; นันทิยา บุญเคลือบ และคณะ (2540 : 13) ; สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2540 : 14-16) ; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2550 : 17) มาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนในการจัดการการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำและทบทวนความรู้เดิม เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดสภาวะไม่สมดุลทางปัญญา โดยการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการกระตุ้นหรือท้าทายให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา กิจกรรมที่ใช้ คือ การเสนอสถานการณ์ที่น่าสงสัย การซักถาม การอภิปราย การเล่าเหตุการณ์และการให้นักเรียนตอบคำถามหรือเขียนบรรยายคำตอบเป็นรายบุคคล การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอน และเป้าหมายที่ต้องการ

2. ขั้นสำรวจและค้นหาความรู้ เป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสมดุลทางปัญญา โดยผสมผสานความคิดใหม่ให้กลมกลืนกับประสบการณ์เดิม โดยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กิจกรรมที่ใช้ คือ ตั้งปัญหาจากเหตุการณ์ที่ชวนสงสัย ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองเพื่อรวบรวมหลักฐานและพิสูจน์สมมติฐาน

3. ขั้นปรับเปลี่ยนและนำแนวคิดไปใช้ เป็นการพัฒนาแนวความคิดของนักเรียนเพิ่มขึ้น โดยผ่านการรับรู้ทางกายภาพกิจกรรมทางปัญญา จากความร่วมมือภายในกลุ่มจะช่วยพัฒนาและปรับปรุงความคิดรวบยอดได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กิจกรรมที่ใช้คือการรายงานการทดลอง การอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นที่ยอมรับและถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำแนวความคิดรวบยอดที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือนำความรู้ไปใช้แก้ไขปัญหาและประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมที่ใช้คือการอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน การประเมินตนเองของนักเรียน เพื่อเป็นการตรวจสอบพัฒนาการในด้านความคิดของนักเรียน

5. ขั้นประเมินผล เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้ะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ทดสอบว่าเด็กเปลี่ยนความคิด มโนทัศน์และเกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ กิจกรรมที่ใช้คือการจัดทำชิ้นงาน การทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัด

สรุปได้ว่า การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำแนวคิดของนักวิชาการหลาย ๆ ท่านมาสังเคราะห์เป็นขั้นตอนในการจัดการการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นนำและ

ทบทวนความรู้เดิม ขั้นสำรวจและค้นหาความรู้ ขั้นปรับเปลี่ยนและนำแนวคิดไปใช้ ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ขั้นประเมินผล

3.6 การประเมินผลตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540ข : 110) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนการสอนตาม ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ก่อนการเรียนการสอน

1.1 ความสนใจของนักเรียนคืออะไร

1.2 ความคิดเห็นเดิมของนักเรียน และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก่อนการเรียน การสอนคืออะไร

1.3 คำถามของนักเรียนที่น่าจะเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนมีอะไรบ้าง

2. ระหว่างการเรียนการสอน

2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนเน้นคำถามดังกล่าวหรือไม่

2.2 นักเรียนผสมผสานความคิดเข้าด้วยกันอย่างไร นักเรียนกำลังคิดถึงอะไร

2.3 นักเรียนได้พัฒนาการเรียนที่จะเรียนรู้ เช่น ทักษะการถามคำถาม ทักษะการ วางแผน ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการแลกเปลี่ยนความคิด

3. หลังการสอน

3.1 ความคิดเห็นของนักเรียนเมื่อเรียนจบแล้วคืออะไร และความคิดเห็นนี้ต่างจาก ความคิดเห็นที่มีอยู่ก่อนการเรียนการสอนหรือไม่

3.2 สิ่งที่จะต้องรายงานหรือบันทึกในใบประเมินผลของนักเรียนคืออะไร ส่วน การรายงานผลการเรียนของนักเรียนจะรายงาน ว่า นักเรียนได้เรียนรู้อะไรไปบ้างแล้ว มากกว่าที่จะ รายงานว่านักเรียนยังไม่รู้อะไร นอกจากนี้ยังให้นักเรียนได้ประเมินตนเอง การประเมินเกี่ยวกับการเรียนการสอนจะสะท้อนให้เห็นถึงคุณค่าของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้จัดให้กับนักเรียน การประเมินผลเพื่อตัดสินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน ควรจะเป็นดังนี้

3.2.1 สิ่งที่เหมาะสมควรเป็นสถานการณ์การแก้ปัญหา เป็นสถานการณ์ที่ นักเรียนไม่คุ้นเคย

3.2.2 เน้นความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

3.2.3 รวมความคิดเห็นและการประเมินผลตนเองของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียน ได้มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้น

3.2.4 มีความตื่นเต้นและสนุกสนาน

3.2.5 ให้นักเรียนได้ทำการตัดสินใจด้วยตนเอง

3.2.6 ส่งเสริมการอภิปรายและการสื่อความหมายระหว่างนักเรียน

3.2.7 กระตุ้นให้เกิดความคิดริเริ่ม

3.2.8 เน้นคำถามที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายมากกว่าคำถามที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

คำถามในระหว่างการเรียนการสอน

1. หาวิธีการที่จะค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนซึ่งทำได้โดยใช้คำถามอย่างไม่เป็นทางการขณะที่นักเรียนกำลังวางแผนการทดลอง และสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กิจกรรมหรือการแก้ปัญหา

2. มีปฏิสัมพันธ์กับความคิดเห็นของนักเรียนและบทบาทครูควรเป็นผู้ทำทนายผู้สนับสนุน โดยใช้คำถาม “ถ้า...เป็น” และ “ถ้าไม่เป็น...” และคำถามที่เคารพความคิดเห็นของนักเรียน

3. ช่วยนักเรียนสร้างความคิดที่หลากหลายและพิจารณาข้อสรุปที่แตกต่างกันหลาย ๆ ข้อ

4. ช่วยนักเรียนพัฒนาพฤติกรรมที่จะบ่งชี้ว่าตัวนักเรียนเองกำลังเรียนอะไรจากสิ่งที่ตัวเองเผชิญอยู่ ครูต้องพยายามทำให้นักเรียนเห็นว่าตัวของนักเรียนเองมีอำนาจที่จะควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ส่วนบทบาทครูคือ อำนวยความสะดวกในการให้นักเรียนได้ประเมินตนเองซึ่งบทบาทนี้คือช่วยให้นักเรียนสร้างกลยุทธ์และใช้กลยุทธ์เพื่อสะท้อนถึงการเรียนรู้ของตนเอง ช่วยให้นักเรียนได้เปรียบเทียบความรู้ปัจจุบันที่มีอยู่ รู้อะไร รู้เกี่ยวกับอะไร และรู้อย่างไรกับความรู้ของนักเรียนคนอื่น ๆ และให้นักเรียนชื่นชอบกับความคิดอื่น ๆ ที่อาจเป็นไปได้

หลังการเรียนการสอนซึ่งเป็นการประเมินผลเพื่อสรุปผลการเรียน ครูต้องวัดมโนทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงเพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ก่อนการเรียนการสอนกับหลังการเรียนการสอน ประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมหรือประเมินปัญหาตามความสนใจของนักเรียนและประเมินความสามารถของนักเรียนในการลงข้อสรุป หรือการหาคำตอบ

4. เปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ และวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ มาใช้ในการวิจัยเรื่อง ไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งสามารถเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ระหว่างการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้กับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ประเด็น	การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
1.แนวคิด ทฤษฎี	เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและบทบาทของสมองซีกซ้ายซีกขวา การจัดกิจกรรมหมุนเวียนเป็นลำดับ	เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะสร้างความรู้ด้วยตนเองจากข้อมูลประสบการณ์หรือความรู้เดิม
2.องค์ประกอบหลัก	ขั้นตอนตามระบบการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันได้พัฒนาตามศักยภาพอย่างมีความสุข	การเชื่อมต่อกับความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เป็นการสร้างและยอมรับความคิดใหม่ หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความคิดเดิม
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	<ol style="list-style-type: none"> 1. การสร้างประสบการณ์ 2. การวิเคราะห์ประสบการณ์ 3. การพัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด 4. การพัฒนาความรู้ความคิด 5. การปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้ 6. การสร้างสรรค์ชิ้นงานของตนเอง 7. การวิเคราะห์ผลงานและแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ 8. การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิด 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นนำและทบทวนความรู้เดิม 2. ขั้นสำรวจและค้นหาความรู้ 3. ขั้นปรับเปลี่ยนและนำแนวคิดไปใช้ 4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5. ขั้นประเมินผล

ตาราง 2 (ต่อ)

ประเด็น	การจัดการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้
4. ข้อดี	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนการสอนมีความรับผิดชอบ ในการเรียนรู้ของตนเอง	ผู้เรียนทุกลักษณะมีโอกาสได้เรียนรู้ ในรูปแบบที่ตนถนัดจากกิจกรรมที่ จัดขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนทั้ง 4 แบบมี ความสุขในการเรียนในช่วงที่ตนเอง ถนัดและรู้สึกท้าทายในช่วงที่ผู้อื่น ถนัด
5. ข้อเสีย	ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมาก ถ้า นักเรียนไม่สนใจเรียนจะทำให้ไม่ เกิดการสร้างองค์ความรู้	ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมมาก ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมในแต่ละ ช่วงให้แตกต่างกัน

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ก่อนที่ครูจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เห็นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเองและการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้อย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือผู้เรียนเพียงแต่จำแนกคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า การเรียนที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้หลากหลาย (กรมวิชาการ. 2545 : 144-146) นักเรียนแต่ละคนจะถนัดเรียนในรูปแบบที่ไม่เหมือนกัน การจัดการเรียนรู้ที่ตรงกับความถนัดของนักเรียน จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ประสบความสำเร็จและช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลว ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละคน วิธีการหนึ่งที่ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การค้นคว้าทดลอง ในขณะที่ทำ

การทดลอง ผู้ทดลองมีโอกาสฝึกฝนทั้งในด้านการปฏิบัติและพัฒนาความคิด เช่น ฝึกการสังเกต การบันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐานและทำการทดลอง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบเรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2537 : 14)

5.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ยุพา วีระไวทยะ และ ปรีชา นพคุณ (2540 : 88) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบในการเสาะแสวงหาความรู้หรือแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เฉชะคุปต์ (2542 : 3) กล่าวว่าไว้สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา หรือทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่น่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้

ภาณุเดช หงษ์วงษ์ (2543 : 30-31) กล่าวถึงความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางการปฏิบัติควบคู่ไปกับทักษะทางสติปัญญา ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ

บุญฤดี แซ่ลือ (2545 : 38) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดและการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยแสดงพฤติกรรมออกมาเพื่อเป็นการแก้ปัญหาอย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

พิมพันธ์ เฉชะคุปต์ (2550 : 14) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการคิด ซึ่งเป็นทักษะทางปัญญาเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

5.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้มีผู้จำแนกไว้ดังนี้

คลอปเฟอร์ (Klopper. 1971 : 568 - 573) ได้ให้ความหมายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นทักษะที่ใช้ในการสืบสวนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 4 ทักษะ คือ

1. การสังเกตและการวัด เป็นขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
2. การมองเห็นปัญหาและแนวทางในการหาคำตอบ ซึ่งได้แก่การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
3. การแปลผลจากข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการทดลองหาความสัมพันธ์และการแปลความหมายเพื่อสรุปเป็นความจริง หลักการ กฎและความคิดรวบยอด

4. การสร้างทฤษฎี การตรวจสอบ และการปรับปรุงแก้ไขทฤษฎีที่สร้างขึ้น เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือสาเหตุของปัญหาที่พบ การสร้างทฤษฎีนี้จัดได้ว่าเป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการค้นคว้า

คุสแลนและสโตน(Kuslan & Stone. 1968 : 229) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต
2. ทักษะการวัด
3. ทักษะการทดลอง
4. ทักษะการบรรยาย
5. ทักษะการลงข้อสรุปโดยทั่วไป
6. ทักษะการคิดหาเหตุผลเชิงอุปมาน

การ์แลน (Garland. 1973 : 7) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 9 ทักษะ คือ

1. การสังเกต หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสและการนำข้อมูลที่ได้รับมานำเสนอ
2. การจัดกระทำข้อมูล หมายถึง การรายงานการบันทึก การวิเคราะห์และการนำเสนอข้อมูลที่ได้มาด้วยตนเองหรือกลุ่มหรือชั้น
3. การพยากรณ์และการตั้งสมมติฐาน หมายถึง แนวคิดที่จะนำไปสู่สมมติฐานและวิธีการที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น
4. การจำแนกประเภท หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูความแตกต่างและความคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาคุณสมบัติที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย
5. การบ่งชี้ หมายถึง ความสามารถในการบอกสมาชิกในกลุ่มได้ โดยดูจากสมบัติและลักษณะที่ผิดไปจากกลุ่ม

6. การวัด หมายถึง ความสามารถในการบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้องโดยใช้ระบบการวัดที่เป็นมาตรฐาน สามารถบอกได้ว่าอะไรที่มากกว่าหรือน้อยกว่านอกจากนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัดและปริมาณที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลอง

7. การพัฒนาเทคนิควิธีการปฏิบัติในห้องทดลอง หมายถึง ความสามารถในการสร้างและใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ และรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

8. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหาหรือแนวคิดหรือมโนคติและการรวมถึงการนำข้อมูลย่อยมาพิจารณาร่วมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์ต่าง ๆ

9. การสื่อความหมาย หมายถึง ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่นเพื่อที่จะแสดงออกถึงความรู้สึกรู้สึกนึกคิดทั้งทางด้านนามธรรมและรูปธรรม

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542 : 14 - 30)

1. ทักษะขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skills) มี 8 ทักษะ
 - 1.1 ทักษะการสังเกต
 - 1.2 ทักษะการวัด
 - 1.3 ทักษะการคำนวณ
 - 1.4 ทักษะการจำแนกประเภท
 - 1.5 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวล
 - 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
 - 1.7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล
 - 1.8 ทักษะการพยากรณ์
2. ทักษะขั้นผสมหรือบูรณาการ (Integrated science Process skills) มี 5 ทักษะ ดังนี้
 - 2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน
 - 2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
 - 2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร
 - 2.4 ทักษะการทดลอง
 - 2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 1-64) ได้พิจารณาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แล้วมี

ความเห็นว่าเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งได้จำแนกและกำหนดความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะดังนี้ (วรรณทิพา รอดแรงคำ และ จิต นวนแก้ว. 2542 : ไม่ปรากฏเลขหน้า ; ภพ เลหาไพบุลย์. 2542 : 14 – 30 และ สุวัฒน์ ทับทิมเจือ. 2549 : 20-39)

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุ หรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ได้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้ โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงประมาณของวัตถุโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีการและวิธีใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุนิยามของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุ และการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักวิทยาศาสตร์ เพราะในการทดลองหรือการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ๆ จะมีการให้ข้อมูลที่เป็นตัวเลขมาคำนวณหาค่าต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

3.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

3.3 บอกวิธีคำนวณได้ถูกต้อง

3.4 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

3.5 แสดงวิธีคำนวณได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจำแนก การจัดจำพวกวัสดุหรือเหตุการณ์ ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีกฎเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจาก ลักษณะที่เหมือนกัน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ การกำหนด เกณฑ์อาจทำได้โดยการกำหนดขึ้นเองหรือผู้อื่นกำหนดให้ การจำแนกประเภทอาจทำได้หลาย รูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ ได้แก่ เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้น (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับ เวลาได้

6. ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล

ทักษะการจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมาย โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูล ชูเด่นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ วงจร เขียนหรือบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของภาพ จนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล ในการอธิบายหรือสรุปโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ อธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนคำตอบโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ที่ซ้ำ ๆ ในเรื่องนั้น ๆ หรือข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ หรือจากตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ความจริง หลักการ กฎ ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่เกิดภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.3 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการหาข้อสรุปหรือการอธิบายหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรหรือเป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเรื่องนั้น ๆ สมมติฐานสร้างขึ้นโดยอาศัยการ

สังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน สมมติฐานต้องเป็นสิ่งที่ไม่ทราบหรือมีประสบการณ์มาก่อนหรือไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจเป็นจริงหรือเท็จก็ได้ ซึ่งจะพบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนั้นแล้ว คือ

9.1 การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

9.2 การคิดหาคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่มีอยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนั้นแล้ว คือ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถที่จะบ่งชี้ได้ว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ตัวแปรใดเป็นตัวแปรตามและตัวแปรใดเป็นตัวแปรที่ต้องควบคุม

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กันด้วย มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนด้วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ ชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ชั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดสิ่งต่าง ๆ การออกแบบการทดลองจะต้องสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ การทดลองเป็นการนำเอาทักษะกระบวนการหลาย ๆ อย่างมาใช้ เพื่อหาคำตอบที่ต้องการ การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรมหลักอยู่ 3 ขั้นตอน คือได้แก่

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่ง

อาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1. การออกแบบการทดลอง โดยกำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย และระบุอุปกรณ์ หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ระบุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง

3. ปฏิบัติการทดลองได้และใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

4. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการทดลองหรือที่มีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

13.1 แปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายของข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยกรอบความคิดของสมาคมอเมริกันส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542 : 14-30) ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งเหมาะสมกับบริบท เนื้อหาสาระและระดับชั้นของนักเรียน

5.3 การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2539 : 18) ดังนี้

1. กำหนดความมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งต้องแจ่มแจ้งให้ชัดเจน โดยครูต้องศึกษา จุดมุ่งหมายในแต่ละทักษะให้เข้าใจ แล้วมาแจกแจงให้เป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะมี สถานการณ์พฤติกรรมที่คาดหวัง เกณฑ์ ในการกำหนดพฤติกรรมนั้น ๆ

2. การเลือกเนื้อหาที่จะวัด หมายถึง การเลือกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่ จำเป็นในบทหนึ่ง ๆ ควรกำหนดว่าทักษะใด เนื้อหาใดเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ ทักษะนั้นและเนื้อหานั้น ก็ควรปรากฏในข้อสอบ

3. การสร้างตารางเพื่อกำหนดเนื้อหาและพฤติกรรม ทักษะ ซึ่งมีความมุ่งหมายที่จะ กำหนดว่าจะวัดทักษะหรือพฤติกรรมได้เท่าใด อย่างละเอียดถี่ถ้วน จะได้ไม่บกพร่อง นอกจากนั้นผู้ออก ข้อสอบยังทราบต่อไปว่า ข้อสอบวัดพฤติกรรมทักษะใดมีส่วนมากน้อยเพียงใด

4. การเลือกแนวทางการออกข้อสอบ ควรถือหลักว่า ควรใช้การสอบแบบใดจึงจะ สามารถตรวจวัดพฤติกรรมนั้น ๆ ได้ตรงและถูกต้องเหมาะสมมากที่สุด ตลอดจนเหมาะสมกับวัย ของเด็ก ประหยัดเวลาและง่ายต่อการปฏิบัติด้วย

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่มีความสำคัญที่มุ่งให้นักเรียนค้นคว้าหา ความรู้ คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น โดยปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วและ ชำนาญ ดังนั้นในการสอนจึงต้องปลูกฝังให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะเป็นผู้ที่ช่วยให้การดำเนินงานต่าง ๆ ในการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์บรรลุผลสำเร็จ ในการดำเนินการต่าง ๆ ในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติจะต้องเกี่ยวข้องกับผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน มีความกระตือรือร้น มีความเพียร อดทน มานะบากบั่น และมีความรอบคอบถี่ถ้วนในการทำงาน ไม่มีอคติ ไม่ริบดวงตัดสินใจ หรือลง ข้อสรุปเร็วเกินไป เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจ เรียน และสามารถแสวงหาความรู้ได้ จะช่วยทำให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนเป็นอย่างดี

6.1 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ (2540 : 2) ได้ให้ความหมายของการมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิดนิสัยและคุณสมบัติที่ปรากฏให้เห็นเป็น พฤติกรรมซึ่งได้แก่ ความเป็นคนช่างสังเกต ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีใจกว้าง ความเพียรพยายาม ความซื่อสัตย์และความรอบคอบ

วรรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 6-7) ได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นลักษณะท่าทีหรือพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกมา ซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้สึกของแต่ละบุคคล ลักษณะของผู้ที่มีเจตคติเป็นคุณสมบัติที่เอื้อต่อการเป็นนักคิด หรือมีทักษะการคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2543 : 11) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความหมายแตกต่างจากเจตคติโดยทั่วไป ซึ่งเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งเร้าในสังคม เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความพร้อมที่เกิดจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่จะแสดงเป็นพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมที่แสดงออกมาเนื่องจากผลของความคิดและความรู้สึก

สุคนธ์รักษ์ วงษ์คำชาว (2544 : 12) ได้สรุปว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดเชิงวิเคราะห์อันเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงกระบวนการใช้สติปัญญา หรือความคิดของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ในขณะที่ปฏิบัติงาน

สรศักดิ์ แพรดำ (2544 : 20) ได้สรุปว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมหรือแนวความคิดของบุคคลที่แสดงออกถึงความเป็นผู้มีความรู้ ความเข้าใจ หรือความเชื่อทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นในตัวบุคคลแล้วจะมีประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าหรือความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่การเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ มีใจกว้างและยอมรับความคิดเห็นใหม่ ๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพและนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

6.2 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ ได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

กูลด์ (Gauld. 1992 : 111-121) ได้กล่าวว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีพเป็นนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ควรมีความรู้เกี่ยวกับพลังแรงขับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการทำงาน ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียนด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะต้องปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้เกิดความเข้าใจในงานทางวิทยาศาสตร์ และลอกเลียนแบบการทำงานเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตจริง

2. นอกจากการลอกเลียนแบบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มาเป็นของตนเอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และงานที่นักวิทยาศาสตร์ทำไว้แล้ว เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ก็ยังเป็นลักษณะของบุคคลที่ทุกคนจะต้องมีและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตด้วย

มาร์ติน และคณะ (Martin, et al. 1994 : 203) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. เจตคติเกิดขึ้นกับความพร้อมทางจิตใจ ถ้าเด็กเกิดเจตคติทางบวก เด็กจะรับรู้โน้มน้าวเนื้อหาสาระ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ถ้าเป็นเด็กที่ไม่พร้อม เด็กจะขาดความกล้าที่จะปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติไม่ใช่สิ่งที่มีมาแต่กำเนิดนักจิตวิทยา กล่าวว่า เจตคติสามารถเรียนรู้ได้และสามารถจัดประสบการณ์ให้เด็กเกิดเจตคติ นอกจากนี้เจตคติของเด็กสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยอาศัยประสบการณ์ที่เพิ่มพูนขึ้น

3. เจตคติเป็นสิ่งที่เปราะบาง อ่อนแอเนื่องจากประสบการณ์ใหม่ ก่อให้เกิดการพัฒนาเจตคติด้านอารมณ์และความรู้สึกและเจตคติด้านสติปัญญา ซึ่งเจตคติทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การตัดสินใจและการประเมินคุณค่าของสิ่งนั้น ๆ

พระเทพเวที (ประยูร ญัตโต) (2536 : 202) กล่าวว่า ในหลายกรณีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สำคัญยิ่งกว่าเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพราะองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้นในครั้งหนึ่งอาจถูกต้อง แต่ต่อไปอาจค้นพบว่าผิด แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นหลักยึดที่เป็นประโยชน์แก่ชีวิตมนุษย์โดยตรง ตัวความรู้ที่นั้นอาจจะเอาไปใช้ได้หรือไม่ได้ยังไม่แน่แต่เจตคติเป็นแนวปฏิบัติในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะฉะนั้นจึงต้องเน้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์ (2543 : 13) ได้กล่าวว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะที่มีความสำคัญต่อนักวิทยาศาสตร์และบุคคลทั่วไป เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด รวมทั้งอิทธิพลต่อการคิดและการกระทำตลอดจนการตัดสินใจของบุคคลอื่น ๆ ด้วย

จากความหมายและความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กล่าวได้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน สนใจเรียน และสามารถแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี เพราะเห็นถึงประโยชน์ได้ทราบถึงจุดหมายโดยแท้จริงและช่วยให้เขาเข้าใจถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาดตนเองและความถนัดเพื่อจะให้เกิดผลสำเร็จในการเรียนอันเป็นผลให้มีเจตคติที่ดีต่อไป

6.3 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยเอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี นักวิชาการหลายท่านได้รวบรวมลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

รัตติยา มุนตะทุม (2543 : 25) ได้สรุปไว้ว่า ผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ควรจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบเป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น ให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน มีความต้องการที่จะถามว่า ทำไม และอย่างไร

2. ความมีเหตุผล หมายถึง เชื่อในความสำคัญของเหตุผล แสวงหาเหตุผลของเหตุการณ์ต่าง ๆ และหาความสัมพันธ์ของสาเหตุนั้นกับผลที่เกิดขึ้น ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนายหรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้

3. ความเพียรพยายาม หมายถึง การทำกิจการงานที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จไม่ทอดทิ้ง เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว มีความแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้

4. ความใจกว้าง หมายถึง ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง เต็มใจที่รับรู้ความคิดใหม่ ๆ ไม่ยึดมั่นในความคิดเห็นของตน ยอมรับการเปลี่ยนแปลง เต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่คนอื่น

5. ความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง หมายถึง สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ ไม่ชอบให้ความชอบหรือไม่ชอบส่วนตัวว่ามีอิทธิพลเหนือการตัดสินใจใดๆ เป็นผู้มีใจซื่อตรง ยุติธรรม

6. ความละเอียดรอบคอบ หมายถึง การใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจที่รวดเร็วเกินไป

ดีเดอริช (Diederich. 1967 : 23-24) ได้เสนอองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. เป็นคนช่างสงสัยไม่เชื่อในสิ่งต่าง ๆ ในทันที
2. มีความเชื่อมั่นว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้
3. ใช้วิธีการทดลองเพื่อพิสูจน์หลาย ๆ วิธี
4. มีความแม่นยำ
5. ชอบค้นหาลึกลับใหม่ ๆ

6. เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเมื่อมีเหตุผลมากกว่า
7. สุภาพ ถ่อมตน
8. ซื่อสัตย์ต่อการให้ความจริง
9. มีเจตคติที่เป็นปรนัยยอมรับขอสนับสนุนที่เชื่อถือได้
10. ไม่เชื่อโชคกลางไสยศาสตร์ หรือเรื่องที่พิสูจน์ไม่ได้
11. ต้องการคำอธิบายชี้แจงทางวิทยาศาสตร์
12. ต้องการความสมบูรณ์ถูกต้องของสิ่งที่เรียนรู้
13. ไม่ตัดสินใจอย่างรวดเร็ว
14. บอกความแตกต่างระหว่างสมมติฐานและคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา
15. ยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น
16. มีการตัดสินใจได้ว่าสิ่งใดเป็นปัจจัยสำคัญขั้นพื้นฐานและเป็นความสำคัญทั่วไป
17. เชื่อถือและยอมรับ โครงสร้างทางทฤษฎี
18. เชื่อถือและยอมรับในการวิเคราะห์ข้อมูล
19. ยอมรับหลักการของความน่าจะเป็น
20. ยอมรับการสรุปด้วยเหตุผลที่นำไปใช้ได้ทั่วไป

สรศักดิ์ แพรด้า (2544 : 20-21) ได้จำแนกลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 9 ประการ คือ

1. ความมีเหตุผล
 - 1.1 อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
 - 1.2 หาความสัมพันธ์ของเหตุผลที่เกิดขึ้น
 - 1.3 มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอ
 - 1.4 เห็นคุณค่าในการให้เหตุผล
2. ความอยากรู้อยากเห็น
 - 2.1 ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง
 - 2.2 กระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่อยู่เสมอ
 - 2.3 แสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ
 - 2.4 ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม
3. ความรับผิดชอบ
 - 3.1 ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจนเสร็จสิ้นและตรงเวลา
 - 3.2 ใช้และเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์อย่างมีระบบระเบียบและปลอดภัย

- 3.3 ปฏิบัติการทดลองหรือกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดกระบวนการ
- 3.4 ไม่ทอดทิ้งเมื่อการทำงานมีอุปสรรคหรือล้มเหลว
4. ความร่วมมือในการทำงาน
 - 4.1 ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และอาสาในการทำงาน
 - 4.2 ระยะเวลาในการทำงาน และการศึกษาค้นคว้า
 - 4.3 มีความอดทน ความพยายาม และร่วมกิจกรรมด้วยความชื่นชม
 - 4.4 มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้
5. ความใจกว้าง
 - 5.1 รับฟังความคิดเห็น คำวิพากษ์วิจารณ์ หรือข้อขัดแย้ง
 - 5.2 ยอมรับความเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ
 - 5.3 ยอมรับความคิดเห็นเมื่อผู้อื่นมีเหตุผลดีกว่า
 - 5.4 ปรับปรุงงาน ออกแบบการทดลอง และสรุปเมื่อมีข้อมูลที่ดีกว่า
6. ความซื่อสัตย์
 - 6.1 รายงานหรือนำเสนอผลการทดลองหรือการศึกษาตามความเป็นจริง
 - 6.2 ปฏิบัติกิจกรรมตามข้อกำหนดและความคุ้มครองตัวแปรอย่างรัดกุม
 - 6.3 บันทึกข้อมูลตามความจริงและละเอียดถูกต้อง
 - 6.4 เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง
7. ความมีระเบียบรอบคอบ
 - 7.1 ปฏิบัติตามระเบียบ ข้อตกลงหรือกติกาของกลุ่ม ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
 - 7.2 ปฏิบัติการทดลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 7.3 ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำในบทปฏิบัติการ
 - 7.4 ใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ
8. ประหยัด
 - 8.1 เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม หาง่าย ราคาถูก
 - 8.2 ใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัดหรือเท่าที่จำเป็น
 - 8.3 ซ่อมแซมและบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์
 - 8.4 ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
9. ความคิดสร้างสรรค์
 - 9.1 ออกแบบการทดลอง การบันทึกผล และการรายงานการทดลอง
 - 9.2 สร้างหรือจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทดแทนได้อย่างหลากหลายและประหยัด

9.3 ตั้งคำถาม บอกประโยชน์ และคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นให้มากที่สุดจากรูปภาพหรือสถานการณ์

9.4 เป็นนักทดลอง นักคิดค้น นักพยากรณ์ นักเทคโนโลยี

ภพ เลหาไพบูลย์. (2542 : 4-5) ได้เสนอองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่สุดที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่า วิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกได้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลเชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นหาคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ในภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลด้วยความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบว่ามีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ใต้อัตราตรง พิสูจน์วิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความมีใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเองฝ่ายเดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้ พร้อมจะหาข้อมูลเพิ่มเติม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 28-30) ได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้าน ได้แก่ มีความอยากรู้อยากเห็น มีความรับผิดชอบและเพียรพยายาม มีเหตุผล มีระเบียบและรอบคอบ มีความซื่อสัตย์ มีใจกว้าง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 55-57) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. มีเหตุผล คือ เชื่อในความสำคัญของเหตุผล ไม่เชื่อโชคลาง คำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ ที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่าง ๆ นั้นเป็นอย่างไร และทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

2. มีความอยากรู้อยากเห็น คือ มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติม ช่างซัก ช่างถาม ช่างอ่าน เพื่อให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และให้ความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. มีใจกว้าง คือ ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ เต็มใจที่จะรับความรู้ความคิดใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง คือ สังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลที่ตนค้นพบว่าข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตน และมีความมั่นคง หนักแน่น ต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์

5. มีความเพียรพยายาม คือ ไม่ท้อถอย เมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลว และมีความตั้งใจ

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ คือ ใช้วิจรรณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ และหลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

สุวัฒน์ ทับทิมเจือ (2549 : 40-41) ได้เสนอองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติเพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่ ๆ

2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อ

ได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบว่า วิธีการเดิมใช้ไม่ได้ ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ขอมรับในคำอธิบาย เมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล หาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง เพื่อสนับสนุนหรือคิดค้นหาคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอจนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง ได้เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบ รอบคอบ และยอมรับประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการ หลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ใตร่ตรง พินิจพิเคราะห์ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว ขอมรับการเปลี่ยนแปลง ขอมพิจารณาข้อมูลหรือความคิดที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

จากการศึกษาเอกสารและทฤษฎีของลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์พบว่า มี 6 ลักษณะที่เป็นคุณลักษณะร่วมและมีความสอดคล้องที่พบได้จากการศึกษาค้นคว้าตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ควรจะประกอบไปด้วย 6 ลักษณะได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น เป็นการสนใจใฝ่รู้ในสิ่งใหม่ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ อยู่เสมอ แล้วศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหาอย่างมีเหตุผล

2. ความมีเหตุผล เป็นการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ก่อนที่จะให้การยอมรับหรือให้คำอธิบายใด ๆ

3. ความอดทนและความพยายาม เป็นการอดทนต่อการโจมตีคัดค้านและความผิดพลาดต่าง ๆ ที่รอคอยคำตอบของปัญหาที่ถูกต้อง โดยมีจิตใจที่มุ่งจะแสวงหาความรู้ไม่ทอดทิ้งต่ออุปสรรค เมื่อมีความล้มเหลวก็พร้อมที่จะปรับเปลี่ยนวิธีการศึกษาใหม่

4. ความซื่อสัตย์ เป็นการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง โดยการบันทึกผลการสังเกตหรือการทดลองด้วยความละเอียดถูกต้องตรงตามความเป็นจริง ซึ่งผู้อื่นสามารถตรวจสอบในความถูกต้องได้เมื่อมีข้อสงสัย

5. ความใจกว้าง เป็นการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คำวิพากษ์วิจารณ์หรือข้อโต้แย้งที่มีเหตุผลโดยมีข้อมูลที่เชื่อถือได้มากกว่าของตน แล้วเต็มใจที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงโดยไม่ยึดมั่นในแนวความคิดของตน

6. ความละเอียดรอบคอบ เป็นการวางแผนการทำงานและทำงานอย่างมีระบบ ทำงานละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวสรุปได้ว่า คุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์จะแสดงพฤติกรรมดังนี้ ความอยากรู้อยากเห็น ลักษณะที่แสดงออกคือมีความพยายามที่จะแสวงหาความรู้และตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้และการหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นความรู้ที่สมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น มีความมีเหตุผลลักษณะที่แสดงออกคือ ไม่เชื่อในสิ่งที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งได้แก่ การทำนาย หรือสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ และสามารถหาความสัมพันธ์ของสาเหตุหนึ่งกับผลที่เกิดขึ้นได้ มีความอดทนและความพยายามลักษณะที่แสดงออกคือ การทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ไม่ทอดทิ้งเมื่อมีอุปสรรคเป็นผู้ที่ซื่อตรง หนักแน่น มีความมั่นคง ทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงและอคติอธิบายผลโดยไม่ใช้ความรู้สึกส่วนตัวมาเป็นตัวกำหนดในการตัดสินใจ มีความใจกว้างลักษณะที่แสดงออกคือมีความเต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น มีความเต็มใจและยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผลและข้อเท็จจริง ความเป็นระเบียบและความรอบคอบ ลักษณะที่แสดงออกคือไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นความจริงทันทีถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ แล้วใช้วิจรณ์ญาณก่อนการตัดสินใจใด ๆ

6.4 แนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การปลูกฝังเจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนนั้นเป็นหน้าที่โดยตรงของครูผู้สอน แนวทางในการดำเนินการและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537 : 63) ได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์
2. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การทำงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการสังเกต การใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ในการแก้ปัญหา

4. ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมที่หลากหลายของประสบการณ์แปลกใหม่สร้างความสนใจ
5. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในขอบเขตและวงจำกัดของวิทยาศาสตร์และเข้าใจอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
6. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ๆ เพื่อแก้ปัญหาแบบต่าง ๆ เช่น อ่านจากวารสาร สิ่งพิมพ์ การทำศนศึกษา การจัดชมผลงานของผู้อื่น เป็นต้น

สรุป การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องหนึ่งที่สำคัญที่ต้องพัฒนา เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความมีใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ มีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม มีความละเอียดรอบคอบ ก่อนตัดสินใจลงความเห็นหรือข้อสรุปเรื่องใดเรื่องหนึ่ง กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาเจตคติให้สัมฤทธิ์ผลนั้น ควรเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อย่างมีระบบตามความถนัดความสนใจ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง รับประสบการณ์ตรงต่าง ๆ ในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ ประสบปัญหา และแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตาม ผู้สอนจะเป็นที่ปรึกษาและดูแลให้ความช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนต้องการ รวมทั้งอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าบรรลุผล และเกิดเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์

6.5 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บุญส่ง นิลแก้ว (2541 : 135) ได้กล่าวว่า ในการวัดเจตคตินั้นนิยมวัดออกมาในลักษณะของทิศทาง และปริมาณหรือขนาดเกี่ยวกับทิศทางจะมีอยู่ 2 ทิศทาง คือ ทางบวกและทางลบ ทางบวกหมายถึงการแสดงเจตคติไปในทางที่ดี ส่วนทางลบ หมายถึง การแสดงเจตคติไปในทางที่ไม่ดี ส่วนปริมาณหรือขนาดเป็นความเข้มหรือความรุนแรงของเจตคติในทิศทางหนึ่ง คือ อาจรุนแรงไปในทางบวกหรือทางลบก็ได้ ซึ่งลักษณะของความเข้มหรือความรุนแรงของเจตคตินี้เป็นระดับที่ต่อเนื่องกัน คือ 3 – 2 – 0 – 1 – 2 – 3 ความเข้มที่เป็น 0 หมายถึงไม่มีความรุนแรงของเจตคติ เป็นการแสดงออกที่ระดับกึ่งกลางระหว่างเจตคติทางบวกและทางลบ

จากการประมวลวิธีการวัดเจตคติ สรุปได้ว่า เจตคติสามารถวัดได้ด้วยวิธีต่าง ๆ คือ การสังเกต วิธีการสัมภาษณ์ และวิธีการใช้แบบสอบถาม ปัจจุบันนิยมวัดด้วยวิธีการใช้แบบสอบถามมากที่สุดในการให้บุคคลรายงานตนเองด้วยการใช้แบบวัดหรือมาตรวัด

วิธีการสร้างแบบวัดเจตคติตามแนวของลิเคิร์ท ดังนี้

1. สร้างข้อความที่เป็นการแสดงออกถึงเจตคติต่อสิ่งที่ศึกษาให้มาก ๆ ข้อความ (มากกว่า 50 ข้อความ ไว้เป็นการดี) และสร้างข้อความที่เป็นการแสดงออกที่ดี (บวก) และในทางที่ไม่ดี (ลบ) มีจำนวนเท่า ๆ กัน

2. นำข้อความที่สร้างแล้วพิมพ์เข้าสู่ชุด ให้กลุ่มตัวอย่างพิจารณาว่าเขามีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความอย่างไร โดยพิจารณา 5 คำตอบ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง แล้วให้คำตอบเพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อความ

3. นำผลลงความเห็นของตัวอย่างแต่ละคนให้นำหน้าห้คะแนนเป็นรายชื่อ ให้คะแนนดังนี้

คะแนน	ข้อความในทางบวก	ข้อความในทางลบ
5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
4	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
3	ไม่แน่ใจ	ไม่แน่ใจ
2	ไม่เห็นด้วย	เห็นด้วย
1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. รวมคะแนนการตอบของแต่ละบุคคลในทุก ๆ ข้อเข้าด้วยกัน ถู้อคะแนนเป็นรายบุคคล นำคำตอบของกลุ่มบุคคลดังกล่าว จัดเรียงคะแนนจากมากไปหาน้อย

5. นำคำตอบของกลุ่มบุคคลที่ได้คะแนนมาก จำนวน 25% ของคนทั้งหมด และคำตอบของกลุ่มบุคคลที่ได้คะแนนมาก จำนวน 25 % เช่นกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ

6. คัดเลือกข้อความที่มีค่าที่ ซึ่งแสดงว่าคำตอบของบุคคลทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างแท้จริง โดยใช้ค่าที (t-test)

7. นำข้อความที่คัดได้จากค่าที จัดเข้าสู่ชุดแบบวัดเจตคติ โดยนำมาเรียงลำดับข้อความจากค่าทีที่มีค่ามากที่สุดตามลำดับ แบบวัดที่จะนำไปใช้ในการศึกษาควรมีจำนวนข้อความประมาณ 20 – 30 ข้อความ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2531 : 42) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบวัดเจตคติตามแนวของ ลิเคิร์ทว่ามีหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ การสร้างข้อความ การให้คะแนนข้อความ และการคัดเลือกข้อความ ซึ่งมีวิธีดังนี้

1. การสร้างข้อความ จะสร้างข้อความขึ้นให้มีลักษณะเป็นบวกและลบพอ ๆ กัน จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ข้อความ เมื่อได้ข้อความแล้วนำมากำหนดคำตอบอาจจะเป็น 3 คำตอบ 5 คำตอบ หรือ 7 คำตอบก็ได้ แต่ส่วนมากใช้ 5 คำตอบ คือเห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. การให้คะแนนข้อความ จะยึดเนื้อหาของข้อความเป็นหลัก ถ้าข้อความใดมีลักษณะเป็นบวก คือ มีเนื้อความเป็นไปตามวัตถุประสงค์ หรือข้อความใดมีลักษณะเป็นลบ คือมีเนื้อความตรงกันข้ามกับวัตถุประสงค์ จะให้คะแนนดังนี้

	คะแนนเชิงบวก	คะแนนเชิงลบ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

3. การเลือกข้อความ ลิเคิร์ท ได้เสนอไว้ 2 วิธี คือ การหาค่าสหสัมพันธ์รายข้อกับคะแนนรวมและการหาความสอดคล้องภายในตามเกณฑ์ ซึ่งการหาความสอดคล้องภายในตามเกณฑ์ เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ และนำคะแนนไปวิเคราะห์รายข้อด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

4. นำข้อความที่คัดเลือกมาแล้วเรียบร้อยเป็นแบบวัดเจตคติ เขียนคำชี้แจงในการตอบแบบวัดอย่างชัดเจน โดยระบุให้ผู้ตอบแบบวัดเขียนเครื่องหมายให้ตรงกับความรู้สึกของตนเองที่มีต่อข้อความแต่ละข้อความนั้น

5. นำแบบวัดเจตคติไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จริง ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างควรมีอย่างน้อย 5 เท่าของจำนวนข้อความ วิเคราะห์คุณภาพของข้อความแต่ละข้อความ โดยกำหนดน้ำหนักของระดับเจตคติ ถ้าตอบเห็นด้วยอย่างยิ่ง สำหรับข้อความเชิงนิมิตหรือข้อความสนับสนุนให้ 5 คะแนน ถ้าตอบว่าเห็นด้วยให้ 4 คะแนน ลดหลั่นตามลำดับ ถ้าตอบว่าไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งให้ 1 คะแนน ในทางตรงกันข้ามถ้าตอบว่าเห็นด้วยอย่างยิ่ง สำหรับข้อความเชิงนิเสธหรือข้อความไม่สนับสนุนให้ 1 คะแนน ถ้าตอบว่าเห็นด้วยให้ 2 คะแนน เพิ่มตามลำดับ

7. ตัวแปรควบคุม

บุญชม ศรีสะอาด (2542 : 27 – 28) กล่าวว่า iva ตัวแปรแทรกซ้อนเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยไม่ได้ศึกษา แต่อาจจะมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามทำให้ผลของการสรุปการศึกษาทดลองขาดความเที่ยง ผลที่ได้ไม่ได้มาจากการทดลองจริงๆ การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนมีอยู่ด้วยกันหลาย

วิธี เช่น ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง การจับคู่ หรือในอีกกรณีหนึ่งในการทดลองสองวิธี โดยให้ครูคนหนึ่งสอนวิธีหนึ่งและครูอีกคนหนึ่งสอนอีกวิธีหนึ่ง โดยความจริง ความสามารถของครูทั้งสองแตกต่างกันหรือความตั้งใจของครูแตกต่างกัน อาจทำให้ตัวแปรตามแตกต่างกันได้ ทั้งที่วิธีการสอนอาจไม่แตกต่างกันก็ได้ ในการแก้ไขการทดลองอาจใช้ครูคนเดียวสอนแทนการสอนคนละห้องเรียน

นิคม ดังคพิภพ (2543 : 293 – 294) กล่าวไว้ว่า การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนจะช่วยทำให้การตอบคำถามหรือจุดประสงค์ของการวิจัยได้อย่างสมบูรณ์ครบถ้วน มีหลักและวิธีการอยู่หลายวิธี เช่น

1. การกระทำทำให้ตัวแปรบางตัวที่จะเป็นตัวแปรแทรกซ้อนให้อยู่ในสถานะเป็นตัวคงที่
2. การนำตัวแปรบางตัวที่จะเป็นตัวแปรแทรกซ้อนเข้าร่วมเป็นตัวแปรร่วมศึกษา ซึ่งเป็นไปได้ว่าอาจจะอยู่ในฐานะตัวแปรควบคุมหรือตัวแปรอิสระที่มีความสำคัญรองลงมาจากตัวแปรอิสระที่กำหนดเป็นตัวแปรหลัก

3. ใช้หลักการสุ่ม โดยกระบวนการสุ่มสมาชิกทางการวิจัยตามแผนแบบที่เหมาะสมเพื่อให้ตัวแปรต่าง ๆ เป็นคุณลักษณะหรือคุณสมบัติของสมาชิกที่เกี่ยวข้อง ได้รับการสุ่มตามหลักและทฤษฎีที่น่าจะเป็น

4. การควบคุมโดยวิธีทางสถิติ การควบคุมโดยวิธีนี้เป็นการเลือกใช้วิธีการทางสถิติที่จะสามารถสกัดเอาผลของตัวแปรแทรกซ้อนที่แฝงอยู่ในผลของตัวแปรตามให้เหลือเฉพาะผลที่เกิดจากตัวแปรอิสระที่เป็นเป้าหมายของการวิจัยเท่านั้น เช่น การเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) แทนการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ปกติ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 45) กล่าวถึงตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรเกินไว้ว่า ตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรเกินที่ไม่ต้องการศึกษาของงานวิจัยเรื่องหนึ่งในขณะนั้น ลักษณะเหมือนตัวแปรอิสระ ตัวแปรแทรกซ้อนจะส่งผลกระทบต่อตัวแปรอิสระที่ศึกษา ทำให้ผลของการวัดค่าตัวแปรคลาดเคลื่อน ตัวแปรชนิดนี้ต้องควบคุมให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด เช่น ผู้สอน พื้นฐานของผู้เรียน เวลาในการเรียนรู้ ส่วนตัวแปรแทรกซ้อนหรือตัวแปรเกินที่ไม่สามารถควบคุมได้จึงควบคุมโดยวิธีการทางสถิติ เพราะกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากประชากรที่ไม่สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีอื่น เนื่องจากเป็นกลุ่มตามสภาพจริง

นิภา ศรีไพโรจน์ (2551 : ออนไลน์) กล่าวไว้ว่า ในการวิจัยนั้นย่อมมีตัวแปรแทรกซ้อนเกิดขึ้นเสมอ ซึ่งผู้วิจัยจะต้องควบคุมตัวแปรชนิดนี้ให้หมดไป เพื่อจะได้ทราบว่าตัวแปรตามเป็นผลมาจากตัวแปรอิสระอย่างแท้จริง การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนใช้หลักการควบคุม ดังต่อไปนี้

1. เพื่อความแปรปรวนที่เป็นระบบให้มากที่สุด เป็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนโดยการเพิ่มความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม หรือความแปรปรวนเนื่องมาจากการทดลองให้สูงสุด ซึ่งทำได้โดยวิธีการกำหนดวิธีการทดลองให้กับกลุ่มการทดลองและกลุ่มควบคุมให้แตกต่างกัน และเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ตลอดจนควบคุมเวลาและสภาวะของการทดลองให้เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดกระทำตัวแปรอิสระให้ส่งผลต่อตัวแปรตามมากที่สุด

2. การใช้สถิติ เทคนิควิธีการทางสถิติที่สามารถนำมาควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนได้ก็คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม จะสามารถปรับคุณสมบัติที่แตกต่างกันของกลุ่มตัวอย่างได้ทำให้ผลที่ปรากฏเป็นผลจากการทดลองเท่านั้น

กล่าวโดยสรุป ตัวแปรแทรกซ้อนที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ทำให้ผลของการวัดค่าตัวแปรคลาดเคลื่อน ตัวแปรชนิดนี้ต้องควบคุมให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งมีวิธีการควบคุมหลายวิธี เช่น การกระทำให้ตัวแปรบางตัวที่เป็นตัวแปรแทรกซ้อนให้อยู่ในสถานะเป็นตัวคงที่ การนำตัวแปรบางตัวที่จะเป็นตัวแปรแทรกซ้อนเข้าร่วมเป็นตัวแปรร่วมศึกษา ใช้หลักการสุ่มตัวอย่าง การทดลอง ใช้ครูผู้สอนคนเดียวกัน เวลาในการเรียนรู้เป็นเวลาเดียวกัน ส่วนตัวแปรแทรกซ้อนที่ไม่สามารถควบคุมได้จึงควบคุมโดยวิธีการทางสถิติ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนโดยใช้ผู้สอนคนเดียว เวลาในการเรียนรู้เป็นเวลาเดียวกัน และควบคุมโดยวิธีทางสถิติ

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้

ดร.เนตร อึ้งสวัสดิ์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำ อากาศ อาหาร และขยะ โรงเรียนกุนนทีรุทธารามวิทยาคม กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริวรรณ ตะรุสถานนท์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรม

การสอนแบบ 4 MAT กั้บการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบ 4 MAT กั้บการจัดกิจกรรมการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิทธิชัย จันทรคล้าย (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT กั้บการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุไลพร ธรรมเชียง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเหตุผลเชิงจริยธรรมด้านความซื่อสัตย์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์กับกิจกรรมแบบ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนเหตุผลเชิงจริยธรรมด้านความซื่อสัตย์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชลรส แก้วสมนึก (2547 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT และกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ และศึกษาเจตคติต่อภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่มีทักษะภาษาอังกฤษไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ 4 MAT มีเจตคติต่อภาษาอังกฤษในระดับมาก

ประดับ จรตระการ (2548 : 96) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบ 4 MAT กั้บวิธีการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสอนแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พเยาว์ ชาตินันท์ (2550 : 100) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาศาสนาและวัฒนธรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบโยนิโสมนสิการและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์กลุ่ม

สาระการเรียนรู้สังคมศึกษาศาสนาและวัฒนธรรมของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบโยนิโตมนสการและการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ไม่แตกต่างกัน

น้ำอ้อย สุนทรพฤษ (2551 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่จัดการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ และเทคนิค 4 MAT ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์และเทคนิค 4 MAT โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แมคคาร์ธี (MaCarthy. 1985 : Abstract) ได้ศึกษาการสอนรูปแบบ 4 MAT ในการพัฒนาการสอนของครู จากการศึกษาพบว่าจากการใช้รูปแบบการสอนแบบ 4 MAT ในการปรับแผนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และแนะนำแนวทางสำหรับคณะครูในการใช้ซึ่งประกอบด้วยคำแนะนำ 7 ประการ ในการพัฒนาการสอนรูปแบบนี้

สซิวิซึค (Szewczyk. 1987 : Abstract) การศึกษาผลของการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เลือกเรียนวิชาเรขาคณิตจากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายขนาดกลางใกล้เมืองชิคาโก ซึ่งได้ทำการศึกษาจากชั้นเรียนวิชาเรขาคณิต โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ซึ่งในกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม (เก่า) กลุ่มทดลองใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT จากการสอนแบบ 4 MAT ที่นำมาใช้พัฒนาการจากแนวคิดของแมคคาร์ธี โดยมีพื้นฐานจากคอล์บและคณะได้ศึกษาตัวแปรเบื้องต้น ผลสัมฤทธิ์ เจตคติ และการลงทะเบียนเรียน เพศ สมองซีกซ้าย/ขวา และรูปแบบการเรียนรู้ประเภทต่าง ๆ ผลสัมฤทธิ์วัดได้จากการทดสอบด้านเรขาคณิตตอนสุดท้าย การวัดเจตคติมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้วิธีการวัดเจตคติทางคณิตศาสตร์ ซึ่งรวมถึงการสื่อสารของบุคคล การทำงานของสมองทั้งสองซีก ใช้สถิติ ANOVA 2 way เปรียบเทียบรายคู่โดยวิธีของ Schaffer ซึ่งไม่พบว่าปฏิสัมพันธ์ต่อกัน แต่มีนัยสำคัญที่แสดงให้เห็นสืบเนื่องมาจาก 1) กลุ่มทดลองมีการแสดงออกด้านเนื้อหาสาระสูงกว่ากลุ่มควบคุมในการทดสอบปลายภาควิชาเรขาคณิต 2) มีความแตกต่างกันด้านผลสัมฤทธิ์ สืบเนื่องมาจากรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกัน 3) การทดสอบเจตคติหลังการทดลองขึ้นอยู่กับกลุ่มและวิธีการสอนที่ได้รับ ,เพศ 4) กระบวนการที่แตกต่างในการสอน

โบเวอร์ (Bower. 1987 : Abstract) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนเกรด 6 จำนวน 54 คน จาก 3 โรงเรียนในรัฐคาโลโลนาเหนือ โดยสุ่มผู้เรียนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งจัดการสอนรูปแบบ 4 MAT และกลุ่มที่จัดการใช้

ตำราเรียนให้นักเรียนได้ใช้สมองซีกซ้ายเพียงอย่างเดียว ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเรื่อง กฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน โดยใช้เวลา 3 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการตอบคำถามที่ใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การตอบคำถามแบบใช้ความรู้ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และพบว่าเจตคติต่อการเรียนของกลุ่มที่สอนแบบ 4 MAT สูงกว่ากลุ่มที่ใช้ตารางเรียน

แมคคาร์ธี (MaCarthy. 1990 : Abstract) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบ 4 MAT ซึ่งเป็นวิธีการนำลักษณะการเรียนรู้ (Learning Styles) มาใช้ในโรงเรียนซึ่งมี 8 ชั้นตอน ในวัฏจักรการสอน ใช้ประโยชน์จากแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน และกระบวนการทำงานของผู้เรียนแต่ละคนที่ถนัดสมองซีกซ้ายและซีกขวา ผู้เรียน 4 แบบ ประกอบด้วย จินตนาการ วิเคราะห์ สามัญสำนึก และประยุกต์ใช้ สามารถใช้ 4 MAT เพื่อให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพของสมองได้ ผู้เรียนที่ใช้จะเรียนรู้ได้สะดวกสบายที่สุดในแบบการเรียนรู้ของตน พร้อมกับเริ่มมีการคัดค้านถึงหน้าที่ในแบบการเรียนรู้ที่มีความสะดวกสบายน้อยกว่า

วิกส์ (Vaughn. 1991 : Abstract) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนโดยใช้ 4 MAT กับการสอนเสริมตามแนวของบลูม แก่เด็กพิเศษในโปรแกรม Pull-out ซึ่งเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 99 คน พบว่าเมื่อวัดผลในตอนสุดท้าย กลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีการเรียนแบบ 4 MAT มีคะแนนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม โดยครูยอมรับว่า 4 MAT ช่วยให้ความสะดวกในการสอนและสร้างความคิดรวบยอดได้ดี

แอปเพลล (Appell. 1991 : Abstract) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาดนตรีของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 ตัวอย่างประชากร คือนักเรียนประถมศึกษาเกรด 6 จำนวน 154 คน โรงเรียนประถมศึกษาเมืองพอร์ตแลนด์ รัฐออริกอน ใช้ครูผู้สอนจำนวน 8 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้ครูจำนวน 4 คน และจำนวนนักเรียน 87 คน โดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มที่ 2 ใช้ครูจำนวน 4 คน และจำนวนนักเรียน 64 คน โดยใช้การเรียนการสอนแบบ 4 MAT แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน 2 กลุ่มมาทดสอบค่าที่กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ 4 MAT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ

คิวเยอร์ (Dwyer. 1993 : Abstract) ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ด้วยระบบ 4 MAT เพื่อสร้างแรงจูงใจในการพูด ในหลักสูตรพื้นฐานทางการศึกษา แผนการสอนระบบ 4 MAT สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแบบต่าง ๆ แต่ละชั้นใน 8 ชั้น ให้ความสำคัญกับนักเรียนและใช้กระบวนการความถนัดสมองซีกซ้ายซีกขวา การใช้ระบบพัฒนาแผนการสอนของครูในหน่วยการเรียน พบว่าความสนใจและผลงานของนักเรียนดีขึ้น และสามารถแสดงความคิดใหม่ ๆ ได้

กระทำและเรียนรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมกับผู้เรียนคนอื่น ๆ

สก๊อต (Scott. 1994 : Abstract) ได้ศึกษาความสำคัญของรูปแบบการสอน 4 MAT พบว่า จุดเด่นของการสอนแบบ 4 MAT คือ การที่ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ของตนเอง พร้อมกับศึกษาจากรูปแบบการเรียนรู้ของผู้อื่น การทำงานหมุนเวียนของสมองซีกซ้ายและซีกขวาจะช่วยกำหนดรูปแบบและแนวทางเพื่อให้สมองได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และการสอนแบบ 4 MAT สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวางทุกระดับชั้นทั้งในเมืองและนอกเมือง

8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้

ไพจิตร สะดวกการ (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และการถ่ายโอนการเรียนรู้ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ปานกลางที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนที่สร้างขึ้นสูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ได้รับการสอนตามปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 และนักเรียนระดับผลการเรียนคณิตศาสตร์สูง กลาง ต่ำ ที่ได้รับการสอนด้วยกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีความสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนระดับเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 , .001 และ .05 ตามลำดับ

วิโชติ พงษ์ศิริ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ด้วยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองใช้กิจกรรมการเรียนแบบคอนสตรัคติวิสต์ จำนวน 40 คน กลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีสอนตามคู่มือครู จำนวน 40 คน ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุม

จิรภรณ์ วสุวัตติ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมส่งเสริมจริยธรรมทางสังคมของเด็กวัยอนุบาลตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้ประสบการณ์แบบโครงการ พบว่าหลังการทดลองใช้โปรแกรมส่งเสริมจริยธรรมทางสังคมของเด็กวัยอนุบาลตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้ประสบการณ์แบบโครงการ กลุ่มทดลองมีคะแนนจริยธรรมทางสังคมด้านกลวิธีการเจรจาเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันระดับ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วาริรัตน์ แก้วอุไร (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาสถานภาพและความต้องการที่มีต่อ

การจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้บริหาร ครู นักเรียน ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจังหวัดพิษณุโลก ผลการวิเคราะห์ความต้องการที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองของผู้บริหาร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ความต้องการที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองของครูในภาพรวมอยู่ในระดับมาก และความต้องการที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบผู้เรียนสรรค์สร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

เรณู สวงาม (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยบทเรียนปฏิบัติการเชิงคอนสตรัคติวิซึม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีราชา ผลการศึกษาปรากฏว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการเรียน โดยใช้บทเรียนปฏิบัติการเชิงคอนสตรัคติวิซึม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พัฒนพร ไชยสิทธิ์ (2545 : บทคัดย่อ) ศึกษาการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มสูงและกลุ่มปานกลาง มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มต่ำมีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ในระดับดี โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คฤห์สัถ์ บุญยั้ง (2546 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม กับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม กับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรินทร์พย์ ศรีทับทิม (2551 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์และทักษะปฏิบัติการวาดภาพระบายสีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดศรีพาราสิมาเขต และโรงเรียนลาดบัวหลวง”ประชาชนลือฤทธิ์” กลุ่มโรงเรียนปัทมาลัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่เรียนรู้ตามแนวทฤษฎีชินเนติกส์กับการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดสร้างสรรค์และทักษะการวาดภาพระบายสี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีชินเนติกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แอนดริว (Andrews. 1986 : Abstract) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียนรู้เรื่อง กลศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิซึ่มกับการสอนแบบปกติ ซึ่งเป็นการศึกษารายกรณี ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลทั้งปริมาณและคุณภาพ ข้อมูลด้านคุณภาพได้มาจากการสัมภาษณ์ การสังเกต การใช้วิธีทัศน์ ข้อมูลด้านปริมาณได้มาจากการใช้แบบทดสอบและแบบวัดเจตคติซึ่งพบว่าด้าน ปริมาณนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ด้านคุณภาพในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม ทำให้นักเรียนมีความสุขสนุกสนานในการเรียน เนื่องจากมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน การลงมือปฏิบัติจริงและได้นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

เอ็ดเธดจ์ (Etheredge. 1996 : 3040-A) ได้ออกแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อใช้แก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตกับนักเรียนเกรด 3 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าความรู้เชิง โครงสร้างของนักเรียนซึ่งนักเรียนยังไม่มีในระยะเวลาแรกของการศึกษานั้นเป็นสิ่งจำเป็นต่อความ เข้าใจโครงสร้างโจทย์ปัญหาชนิดต่าง ๆ และพบว่าเรื่องราว ปัญหา ที่นักเรียนร่วมกันสร้างสรรค์ ขึ้นมา คำถามและการอภิปรายของนักเรียนตลอดจนการติดตามของครูรวมทั้งหมดนี้เป็น พื้นฐานสำคัญสำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเลขคณิตให้มีประสิทธิภาพและมีความหมาย

โกล็บ และ โคลเลน (Golub & Kolen. 1996 : Abstract) ได้ศึกษาและพบว่าเด็กที่มาจาก รูปแบบการสอนตามแนวคิคอนสตรัคติวิสต์ มีความคิดซับซ้อนมากกว่าเด็กที่มาจากโรงเรียน อนุบาลทั่วไป เมื่อเปรียบเทียบในกิจกรรมการเล่นอิสระ และพบว่าเด็กมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีความร่วมมือ และอิสระในการตัดสินใจด้วยตนเองมากกว่ากลุ่มควบคุม

บูลล็อก (Bullock. 1996 : Abstract) ได้ศึกษาผลของวิธีสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ต่อ เจตคติของนักศึกษาที่เรียนรายวิชาคณิตศาสตร์สำหรับครูระดับประถมศึกษา โดยมุ่งพิจารณาว่า งานหรือเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนไป การสื่อสารหรือการอภิปรายที่เปลี่ยนไปและ สภาพแวดล้อมในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปลี่ยนไปมีอิทธิพลอย่างไรต่อเจตคติวิชาคณิตศาสตร์ของ นักการศึกษา โดยทำการทดลองเป็นเวลา 1 ภาคเรียนผลการศึกษาพบว่าการใช้วิธีการสอนแบบ คอนสตรัคติวิสต์มีอิทธิพลทางบวกต่อเจตคติในวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษา

บิกก์ (Biggs. 1998 : Abstract) ได้ศึกษาวิธีการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างองค์ ความรู้ พบว่าสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาในด้านความสามารถและความเข้าใจในการใช้ความคิด ความอยากรู้อยากเห็น การสืบสอบ ความเพียรพยายามและความรอบคอบ

8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรวัต สุกมั่งคั่ง (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบ

เสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ พบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารรอบตัวสูงกว่าคะแนนก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสารรอบตัวสูงกว่าคะแนนก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความคิดเห็นต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี

เบญญา เรืองเสมอ (2549 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยในกลุ่มทดลองดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นเทคนิคการใช้คำถาม และในกลุ่มควบคุมจัดการเรียนรู้ตามปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุธิพร พลอยสุข (2550 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดฝึกการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีของเวียร์ โดยการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

1. เมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการพบว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

2. เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการพบว่า นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยภาพรวมและทักษะด้านการกำหนดและควบคุมตัวแปรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

3. เมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยพบว่า

3.1 เมื่อใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีเฉพาะทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการไม่ผ่านเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 เมื่อใช้แบบทดสอบวัดการปฏิบัติ นักเรียนที่ได้รับวิธีการฝึกเป็นรายบุคคล มีทักษะ

การตั้งสมมติฐาน ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนนักเรียนที่ได้รับการฝึกฝนเป็นกลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแต่ละทักษะและโดยภาพรวม ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอี่ยมพร สร้างตนเอง (2551 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนชุมชนป้อมเพชร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกกับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการเขียนแผนผังมโนมติกสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนันดา สำราญ (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังจากเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังจากเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในแต่ละด้านคือ ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์โดยรวมพบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุรสาสินี ไชยศึก (2552 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ทำให้นักเรียนร้อยละ 77.20 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนร้อยละ 72.50 มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ชาร์แมนน์ (Scharmann. 1989 : Abstract) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของพัฒนาการของการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่าการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน 1 ภาคเรียน จะทำให้พัฒนาการในการรับรู้ความรู้พื้นฐานทางด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

เบอร์แมน (Berman. 1997 : Abstract) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประสิทธิภาพทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิทยาลัยที่สอนเกี่ยวกับชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชากายวิภาคและสรีระวิทยา จำนวน 118 คน โดยใช้แบบทดสอบ 3 ฉบับ คือ แบบบรรยาย แบบหาความหมายและแบบแยกส่วนประกอบต่าง ๆ พบว่า ผลการเรียนที่ทดสอบตามแบบทดสอบทั้ง 3 ฉบับ ของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไม่แตกต่างกัน และความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 กับประสิทธิภาพทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำแต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ

8.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บรรณรักษ์ แพงถิ่น (2539 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่องพืชและสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนกับการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน มีเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาภรณ์ มั่นเกตุวิทย์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้ของเล่นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งเสี้ยว(นวรรัฐ) จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาของเล่นทางวิทยาศาสตร์จากแนวคิดภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดหา จัดทำ และพัฒนา ตลอดจนกำหนดวิธีการเล่นเอง ทำให้ได้ของเล่นทางวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 ชุดและหลังจากเล่นของเล่นทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น

ชยากร สาลีผลิน (2549 : 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยวิธีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองกับวิธีการสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อะฮูจา (Ahuja. 1994 : Abstract) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติ และการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 รัฐ

โอไอโอ ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น 5 ห้องเรียน จำนวน 116 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 ห้องเรียน โดยได้รับการเรียนแบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุม 2 ห้องเรียน ได้รับการสอนโดยวิธีปกติ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ แต่มีผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3