

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคสอนแบบสองชั้นตอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. สาระของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านใต้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
3. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองชั้นตอน
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. การคิดวิเคราะห์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีความสำคัญดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547: 1-11)

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันในงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้

ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่คนได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและในการทำงาน ส่วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างมาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544: 1) นอกจากนี้ยังทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยี ที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่นำมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและยั่งยืน และที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันกับนานาประเทศ และดำเนินชีวิตอยู่ร่วมกันในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2549: 1-2)

2. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2544: 3) ได้กำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
- 2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 2.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิด จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และความสามารถในการตัดสินใจ
- 2.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 2.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 2.7 เพื่อให้มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากเป้าหมายดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้มีการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน ครอบคลุมถึงเรื่องของความตระหนัก และผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย การจัดการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ในทุกระดับ จึงต้องดำเนินการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สมบูรณ์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

3. สาระและมาตรฐานของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดสาระ และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546: 4)

3.1 สาระ

สาระที่เป็นองค์ความรู้ของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระ 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

3.2 มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทั้ง 8 สาระ มีรายละเอียดดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ จิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

4. แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ใช้แนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 6) ที่ระบุให้สถานศึกษาดำเนินการดังนี้

4.1 จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

4.2 ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

4.3 จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4.4 จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่างๆ อย่างได้สัดส่วน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.5 ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการต่างๆ

4.6 จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับ บิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชน เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของผู้สอน และการเรียนของผู้เรียน กล่าวคือลดบทบาทของผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่าและบรรยาย เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการที่สำคัญคือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกิจกรรมการสังเกต ตั้งคำถาม การวางแผนเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ ซึ่งเป็นวิธีการหาข้อมูลโดยตรงด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย และการสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของผู้เรียน ตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผลและประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียน นั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ ตรวจสอบ วิเคราะห์ข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบาย เกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ที่เป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

สาระของหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบ้านไต้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โรงเรียนบ้านไต้เป็นโรงเรียนเครือข่ายการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้จัดทำหลักสูตรสถานศึกษาขึ้น โดยมีสาระสำคัญดังนี้

1. คำอธิบายรายวิชา

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนบ้านไต้ ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 120 ชั่วโมงต่อปี คำอธิบายรายวิชามีรายละเอียดดังนี้ (โรงเรียนบ้านไต้, 2549 ข: 50)

ศึกษาวิเคราะห์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม พืชที่มีดอก พืชไม่มีดอก พืชใบเลี้ยงเดี่ยว พืชใบเลี้ยงคู่ สัตว์มีกระดูกสันหลัง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของพืช การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของสัตว์ พฤติกรรมของสัตว์ ที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุและสมบัติของวัสดุ วัสดุในชีวิตประจำวัน สมบัติของวัสดุ สมบัติทั่วไปของของแข็ง ของเหลว แก๊ส แรงและความดัน แรงลัพท์และประโยชน์ของแรงลัพท์ มวลและ

ความหนาแน่น ความดันอากาศและความดันของของเหลว แรงลอยตัว แรงเสียดทาน เสียงกับการได้ยิน การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง ความดังของเสียงและอันตรายที่จะเกิดขึ้น ปรากฏการณ์ การเกิดเมฆ หมอก ฝน น้ำค้าง ลูกเห็บ และผลของปรากฏการณ์เหล่านี้ วัฏจักรน้ำและปัจจัยที่มีผลต่อวัฏจักรน้ำ กลางวันกลางคืน การเกิดลมและประโยชน์จากลม การเกิดทิส กลางวัน กลางคืน และปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2. หน่วยการเรียนรู้

โรงเรียนบ้านใต้ (2549 ข: 51-56) กำหนดหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้งหมด 8 หน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

- หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ชีวิตพืช
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ชีวิตสัตว์
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การดำรงพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 วัสดุและสมบัติของวัสดุ
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 สถานะของสสาร
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 แรงและความดัน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 เสียงกับการได้ยิน
- หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 น้ำ ไฟ และดวงดาว

3. สาระการเรียนรู้รายปี

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านใต้ (2549ข: 42-49) กำหนดสาระการเรียนรู้รายปี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ดังนี้

3.1 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างของดอก และการสืบพันธุ์ของพืชดอก และการนำไปใช้ประโยชน์

3.2 การทดลองและการสังเกตเกี่ยวกับการขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น ปักชำ ตอนกิ่ง ตัดตา ทาบกิ่ง

3.3 การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของสัตว์ และนำความรู้ไปใช้ในการขยายพันธุ์สัตว์และดูแลสัตว์ในท้องถิ่น

- 3.4 การสำรวจและการสืบค้นข้อมูลพฤติกรรมของสัตว์ในท้องถิ่น ที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม
- 3.5 การสำรวจ และสังเกตลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมของคนในครอบครัว และพืช สัตว์ใกล้ตัว
- 3.6 การสำรวจ การสังเกต การสำรวจและการสังเกตสัตว์ในท้องถิ่นที่ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- 3.7 การทดลอง และการวิเคราะห์สมบัติของวัสดุเกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า
- 3.8 การสำรวจและการสังเกตการใช้วัสดุอย่างถูกต้องเหมาะสม
- 3.9 การทดลอง การสังเกต วิเคราะห์และการอภิปรายสมบัติทั่วไปของของแข็ง ของเหลว แก๊ส
- 3.10 การทดลอง และการอภิปรายหาแรงลัพธ์เนื่องจากแรงสองแรงที่กระทำกับวัตถุและ ประโยชน์ของแรงลัพธ์
- 3.11 การทดลองและการอภิปรายเกี่ยวกับมวลและความหนาแน่น
- 3.12 การทดลองหาความดันของอากาศและความดันของของเหลว และอภิปรายประโยชน์ ของความดัน
- 3.13 การทดลองเกี่ยวกับแรงลอยตัวของวัตถุในน้ำ
- 3.14 การทดลองเกี่ยวกับแรงเสียดทานและการอภิปรายผลของแรงเสียดทาน ที่เกิดขึ้น ในชีวิตประจำวัน และการระวังป้องกัน ไม่ให้เกิดความเสียหายจากแรงเสียดทาน
- 3.15 การทดลองการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงในตัวกลาง
- 3.16 การทดลอง และการสังเกตเกี่ยวกับความดังของเสียง และการอภิปรายอันตราย ที่จะเกิดขึ้น และการวิเคราะห์เสนอวิธีการป้องกัน
- 3.17 การทดลองเกี่ยวกับการเกิดเมฆ หมอก ฝน น้ำค้าง และลูกเห็บ
- 3.18 การสังเกตและอธิบายชนิดของเมฆ
- 3.19 การสืบค้นข้อมูลของปรากฏการณ์เกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง ฝน และลูกเห็บ
- 3.20 การวัดอุณหภูมิของอากาศในท้องถิ่น และการสืบค้นข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้น และความดันบรรยากาศ
- 3.21 การอภิปรายปัจจัยที่มีผลทำให้อากาศเปลี่ยนแปลงซึ่งมีผลต่อวัฏจักรน้ำ
- 3.22 การทดลองและการอภิปรายการเกิดลม และการใช้ประโยชน์จากพลังงานลม
- 3.23 การสังเกต การทดลอง และการอภิปรายการเกิดกลางวันกลางคืน ทิศ ปรากฏการณ์ ขึ้นตกของดวงดาวจากแบบจำลอง

4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านใต้ (2549 ข: 42-49) กำหนดให้ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความสามารถตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี ดังนี้

- 4.1 อธิบายโครงสร้างของดอกและการสืบพันธุ์ของพืชดอก และยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
- 4.2 ขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีปักชำ ตอนกิ่ง
- 4.3 อธิบายวิธีการขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีการ ปักชำ ตอนกิ่ง ตัดตา ทาบกิ่ง
- 4.4 สืบค้นข้อมูล และอธิบายการสืบพันธุ์ของสัตว์ ยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ในการขยายพันธุ์สัตว์ และดูแลสัตว์ในท้องถิ่น
- 4.5 ทดลอง สืบค้นข้อมูลและอธิบายพฤติกรรมบางประการของสัตว์ในท้องถิ่น ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า
- 4.6 ตำรวจ เปรียบเทียบลักษณะของคนในครอบครัว พืชและสัตว์ใกล้ตัว
- 4.7 อธิบายการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมและความแปรผันของสิ่งมีชีวิตในแต่ละกลุ่ม
- 4.8 ตำรวจพืชหลากหลายชนิดในท้องถิ่น จำแนกพืชในท้องถิ่นออกเป็นพืชมีดอก ไม่มีดอก ใบเลี้ยงเดี่ยว ใบเลี้ยงคู่
- 4.9 ตำรวจสัตว์หลากหลายชนิดในท้องถิ่น จำแนกสัตว์ในท้องถิ่นที่ไม่มีกระดูกสันหลัง และสัตว์มีกระดูกสันหลัง
- 4.10 ทดลอง และอธิบายสมบัติของวัสดุด้านความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า
- 4.11 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้วัสดุอย่างถูกต้องเหมาะสม
- 4.12 เสนอแนะการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
- 4.13 ทดลองและอธิบายสมบัติทั่วไปของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- 4.14 ทดลองหาแรงลัพธ์ เนื่องจากแรงสองแรงที่กระทำกับวัตถุ และยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์ของแรงลัพธ์
- 4.15 ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับมวลและความหนาแน่น
- 4.16 ทดลองและอธิบายความดันอากาศ และความดันของของเหลว ยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
- 4.17 ทดลองและอธิบายแรงลอยตัวของวัตถุในน้ำ

4.18 ทดลองและอธิบายแรงเสียดทาน ระบุแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากแรงเสียดทาน และระวังป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายจากแรงเสียดทาน

4.19 ทดลองและอธิบายการเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียงในตัวกลาง

4.20 ทดลองและอธิบายความดังของเสียง อันตรายที่จะเกิดขึ้น และเสนอวิธีการป้องกัน

4.21 ทดลองและอธิบายการเมฆ หมอก ฝน น้ำค้าง และลูกเห็บ

4.22 สังเกตและอธิบายการเกิดเมฆ

4.23 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอผลของปรากฏการณ์เกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง ฝน และลูกเห็บ

4.24 วัตถุประสงค์ของอากาศในท้องถิ่น สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนแปลงความชื้นและความดันบรรยากาศ

4.25 อธิบายปัจจัยที่ทำให้อากาศเปลี่ยนแปลงซึ่งมีผลต่อวัฏจักรของน้ำ

4.26 ทดลองการเกิดลม และอธิบายประโยชน์ของลม

4.27 ทดลองและอธิบายการเกิดกลางวันกลางคืน ทิศ ปรากฏการณ์ขึ้นตกของดวงดาว โดยใช้แบบจำลอง

5. การวิเคราะห์หลักสูตรหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

จากการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ปีการศึกษา 2549 พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 15 ชั่วโมง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 65.76 (โรงเรียนบ้านใต้, 2549 ก: ไม่มีเลขหน้า) ซึ่งต่ำกว่าหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ ประกอบกับจากการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบ้านใต้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ พบว่ามีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการทดลอง จึงเหมาะที่จะจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หลักสูตรหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุได้ตามรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 ตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานการเรียนรู้สู่สาระการเรียนรู้รายปี ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี และสาระการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ

มาตรฐานการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น	สาระการเรียนรู้รายปี	ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี	สาระการเรียนรู้/เนื้อหา
มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์	สังเกต สำรวจตรวจสอบวัสดุหรือสิ่งของต่าง ๆ โดยใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือ บางชนิด รวบรวมข้อมูล และอธิบายสมบัติของวัสดุ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และการนำวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน	1. การทดลอง และวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ เกี่ยวกับความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า 2. การสำรวจและการสังเกตการใช้วัสดุ อย่างถูกต้องเหมาะสม	1. ทดลอง และอธิบายสมบัติของวัสดุ ด้านความยืดหยุ่น ความแข็ง ความเหนียว การนำความร้อน การนำไฟฟ้า 2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการใช้วัสดุอย่างถูกต้องเหมาะสม 3. เสนอแนะการเลือกใช้วัสดุต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน	1. ความยืดหยุ่นของวัสดุ 2. ความแข็งของวัสดุ 3. ความเหนียวของวัสดุ 4. การนำความร้อนของวัสดุ 5. การนำไฟฟ้าของวัสดุ



จากตาราง 1 พบว่าเนื้อหาที่ต้องจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวัสดุ และสมบัติของวัสดุ ประกอบด้วย 5 เรื่อง คือ ความยืดหยุ่นของวัสดุ ความแข็งของวัสดุ ความเหนียวของวัสดุ การนำความร้อนของวัสดุ และการนำไฟฟ้าของวัสดุ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้จัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากที่สุด ให้นักเรียนได้มีโอกาสค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทาง ซึ่งในการสอนให้ได้ผลดีนั้น นอกจากครูจะต้องมีความรู้เข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องแล้ว ครูต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสอน และมีทักษะในวิธีการสอนต่างๆ ด้วย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. จิตวิทยาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542: 68-87)

1.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ มีแนวคิดที่บ่งชี้ปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาทางสติปัญญาและความคิด คือ การที่คนเรามีปะทะสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด และการปะทะสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องระหว่างบุคคลกับสิ่งแวดล้อม มีผลทำให้ระดับสติปัญญาและความคิดมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ที่เป็นรูปธรรม และมีพัฒนาการต่อไปเรื่อยๆ จนในที่สุดสามารถคิดเป็นนามธรรมได้ โดยมีกระบวนการที่เกี่ยวข้อง 2 กระบวนการ คือ การปรับตัวและการจัดระบบโครงสร้าง

เพียเจต์ได้แบ่งขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็นขั้น ๆ เริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงวัยเจริญเติบโตเต็มที่ การพัฒนาทางสติปัญญาจะพัฒนาไปตามลำดับก่อนหลัง 4 ขั้น ใหญ่ ๆ คือ ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว ขั้นก่อนปฏิบัติการ ขั้นปฏิบัติการรูปธรรม และขั้นปฏิบัติการนามธรรม

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์

แนวคิดของบรูเนอร์มีส่วนคล้ายกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แต่บรูเนอร์ เน้นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับพัฒนาการทางสติปัญญา บรูเนอร์ถือว่าพัฒนาการ

ทางความรู้ความเข้าใจ จะทำได้โดยผ่านขั้นตอน 3 ขั้น คือ การกระทำ การเกิดภาพในใจ และการใช้สัญลักษณ์ ซึ่งขั้นนี้เปรียบได้กับขั้นปฏิบัติการรูปธรรมของเพียเจต์

ในการสอนแบบค้นพบด้วยตนเองของบรูเนอร์ นำมาใช้กับผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับดังนี้

1.2.1 นำเสนอปัญหา

1.2.2 ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำความเข้าใจกับปัญหา

1.2.3 ให้ผู้เรียนแก้ปัญหาร่วมกำหนดวัตถุประสงค์ขึ้นมาให้

1.2.4 ให้ผู้เรียนแสดงผลการแก้ปัญหาคด้วยตนเอง

1.2.5 อธิบายเพิ่มเติม โดยผู้เรียนและผู้สอนในเรื่องที่เกี่ยวกับการแก้ปัญห

1.2.6 สรุปผลที่ได้จากการแก้ปัญห

1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล

ออสเชเบลกล่าวถึงการเรียนรู้ว่าจะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ ออสเชเบลได้กำหนดการเรียนรู้เป็น 2 มิติ คือ มิติที่ 1 วิธีการเรียนรู้มี 2 แบบ คือ การเรียนรู้แบบรับรู้ไว้ ผู้สอนบอกให้หมด ผู้เรียนไม่ต้องค้นคว้า และการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยตนเอง ผู้เรียนต้องค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ มิติที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ภายในของผู้เรียนมี 2 แบบ คือ การเรียนรู้แบบท่องจำ เมื่อเรียนรู้แล้วท่องจำไว้เพื่อเป็นประสบการณ์ของตนเองกับการเรียนรู้ที่มีความหมาย เมื่อเรียนรู้แล้วสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กับความรู้เดิม

การสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้ที่มีความหมายของออสเชเบล มี 2 ลักษณะดังนี้

1.3.1 ก่อนจะสอนสิ่งใดใหม่ ต้องสำรวจความรู้ความเข้าใจของเด็กเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่หรือไม่ ถ้าไม่มีจะต้องจัดให้

1.3.2 ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ โดยวิธีช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความเหมือนและความแตกต่างของความรู้ใหม่และความรู้เดิม ต้องให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมได้ เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้และการจำ

ถึงแม้ว่าออสเชเบลจะสนับสนุนแบบอธิบายให้หมด แต่ก็ยังสนับสนุนการเรียนการสอนแบบค้นพบด้วย โดยมีความเห็นว่าการเรียนแบบค้นพบเหมาะสำหรับเด็กที่มีอายุระหว่าง 7-12 ปี ซึ่งยังอยู่ในวัยที่สามารถคิดแก้ปัญหาหรือเหตุผลได้กับสิ่งที่เป็นรูปธรรม ส่วนการสอนแบบอธิบายหมดนั้นเหมาะกับเด็กที่มีอายุเกินกว่า 12 ปี ขึ้นไป ซึ่งเป็นวัยที่สามารถคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาได้กับสิ่งที่เป็นนามธรรม

1.4 ทฤษฎีการสอนของแกเนเย

แกเนเยได้เสนอแนวคิดว่าการนำการสอนแบบค้นพบไปใช้สอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์นั้นจะต้องสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่แน่นอนเป็นลำดับขั้นดังนี้

1.4.1 การเรียกความสนใจ เป็นการเร้าความสนใจเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเรียน โดยใช้สิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิต

1.4.2 การบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การสอน เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน และเป็นแนวทางนำไปสู่จุดประสงค์นั้น อาจทำได้โดยตรงหรือโดยใช้คำถามก็ได้

1.4.3 การกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิมที่ต้องมีก่อน อาจใช้คำถาม หรือบรรยายให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมนั้นไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ มีความพร้อมที่จะเรียนต่อไป

1.4.4 การเสนอสิ่งเร้า สิ่งเร้าที่ใช้ประกอบการสอนได้แก่ วัสดุอุปกรณ์และสื่อการสอนอื่นๆ

1.4.5 การชี้แนะการเรียนรู้ อาจใช้คำถามไปสู่การเรียนรู้ การแนะนำการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ

1.4.6 จัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรม ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรม ปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนคอยให้ความสะดวก จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติการ

1.4.7 การให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม เป็นการให้ข้อมูลให้ผู้เรียนทราบว่าการทำงานหรือปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องดีหรือต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.4.8 การวัดผลการเรียน อาจทำได้โดยการใช้คำถาม ให้ทำแบบฝึกหัด หรือการทำแบบทดสอบ วัดได้ในขณะเรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียนเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขได้

1.4.9 การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้ และถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำๆกัน เพื่อให้มีความคงทนของความรู้ มีการทบทวนและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่เพื่อฝึกการถ่ายโยงการเรียนรู้

2. ทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ (Constructivism)

นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ศึกษาพบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนมาจากแนวคิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย แนวคิดนี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้หรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งมีแนวคิดว่าคุณคนเรียนรู้ได้โดยการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน โดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และแรงจูงใจภายใน

เป็นพื้นฐานมากกว่าข้อมูลจากสิ่งแวดล้อม หรือรับจากการสอนภายนอกเท่านั้น รวมทั้งความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดจากการที่บุคคลเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ซึ่งไม่สามารถแก้ปัญหาคืออธิบายได้ด้วยโครงสร้างทางปัญญามีอยู่ เป็นแรงจูงใจให้เกิดการไตร่ตรอง นำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาที่ได้รับการตรวจสอบ ทั้งตนเองและผู้อื่นว่าสามารถแก้ปัญหาคือเฉพาะต่างๆ ซึ่งอยู่ในกรอบโครงสร้างและใช้เป็นเครื่องมือสำหรับโครงสร้างใหม่อื่น ๆ ต่อไป

แนวคิดการสร้างสรรคความรู้ เชื่อว่าบุคคลไม่ได้สร้างความรู้จากสิ่งของตนเองมีปฏิสัมพันธ์ด้วยทั้งหมดแต่ละสร้างความรู้จากประสบการณ์ที่ตนเองสนใจหรือคุ้นเคยด้วย นักการศึกษาในกลุ่มนี้เห็นว่าองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้บุคคลสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่มี 4 ประการ คือ 1) ตัวของบุคคลมนุษย์มีศักยภาพในการสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเอง โดยมามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ และประสบการณ์ที่เป็นจริง 2) สภาพแวดล้อมที่เป็นจริงจะทำให้มนุษย์สามารถสร้างความรู้ได้สอดคล้องกับความเป็นจริง และความรู้นั้นก็จะมีคุณค่าอย่างแท้จริงและจะจำได้นาน 3) ความรู้ในลักษณะที่เป็นสหวิทยาการ นั่นคือผู้เรียนเกี่ยวข้องกับสาขาต่าง ๆ พร้อมๆ กัน และ 4) ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม เมื่ออยู่ร่วมกันในสังคม มีปฏิสัมพันธ์กันในการคิดและการกระทำ ทำให้มนุษย์ประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเองและผู้อื่น แล้วนำความเหมือนและความแตกต่างกันมาปรับเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจเดิมของตนเอง ให้มีความสมเหตุสมผลมากขึ้น ขจัดความขัดแย้งและทำให้เกิดความสมดุลของความรู้ใหม่ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 44-47)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรคความรู้ เช่น การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ การสอนแบบร่วมมือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการสอนด้วยเทคนิคแบบสองขั้นตอน

ซอนเดอร์ (Saunders, 1992 อ้างถึงใน พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544: 47) ได้กล่าวถึง ลักษณะของการสอนวิทยาศาสตร์ที่นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้ ตามแนวคิดการสร้างสรรคความรู้ไปใช้ว่าควรประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การลงมือปฏิบัติการ

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเองจะได้ผลมากกว่าการสังเกต หรืออ่านเอกสารเกี่ยวกับปรากฏการณ์นั้น ๆ แต่มีสิ่งที่น่าสนใจก็คือกิจกรรมปฏิบัติการไม่ใช่ว่าจะมีประสิทธิภาพในการทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเสมอไป การทดลองปฏิบัติการแบบดั้งเดิมที่เป็นการทดลองเพื่อยืนยันข้อเท็จจริงตามแนวทางที่มีผู้กำหนดให้ ผู้เรียนไม่ได้คิดออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ผู้เรียนมักจะไม่ได้รับประสบการณ์ของภาวะไม่สมดุลเพราะผู้เรียนไม่ได้ใช้โครงสร้างทางปัญญาของตนในการคาดคะเนเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตเห็น

2.2 การมีส่วนร่วมในการใช้ความคิด

จัดสภาพห้องเรียนให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดด้วยตนเอง กิจกรรมที่เน้นการคิด ได้แก่ การคิดแบบออกเสียง การหาคำอธิบาย การตีความหมายข้อมูล การโต้เถียงเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา การกำหนดสมมติฐานที่หลากหลาย การออกแบบ การทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน การเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.3 การทำงานกลุ่ม

การจัดผู้เรียนให้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จะช่วยกระตุ้นกิจกรรมทางความคิดระดับสูง ในระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้มากกว่าการให้ฟังบรรยาย ซึ่งทำให้มีโอกาสเกิดการปรับโครงสร้างทางปัญญาได้

2.4 การประเมินผลระดับสูง

การประเมินผลที่เน้นกิจกรรมการคิดระดับสูง เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเองมากขึ้น

3. วิธีสอนวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 123) กล่าวว่าวิธีสอนหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้มีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุด เหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาชนิดนี้

3.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542: 123)

คาริน และซันด์ (Carin and Sund, 1975: 98-99) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 3.1.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา
- 3.1.2 ตั้งสมมติฐาน
- 3.1.3 ออกแบบการทดลอง
- 3.1.4 ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง
- 3.1.5 ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาคำตอบต่าง ๆ

วิลเลียม และแมรี (William and Mary, 1984: 49-57) ได้กล่าวถึงเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 3 แนวทาง คือ แนวทางการใช้เหตุผล แนวทางการใช้การค้นพบ และแนวทางการใช้การทดลอง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้เหตุผล ครูต้องชี้แนะนักเรียนให้สรุปเป็นหลักการทั่วไปได้โดยการใช้เหตุผล ซึ่งครูต้องใช้คำถามที่เหมาะสม และต้องเลือกแรงจูงใจที่เหมาะสม

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบ มี 2 แนวทาง คือ 1) การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่ไม่แนะแนวทาง ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนได้จัดกระทำกับวัสดุอุปกรณ์ โดยไม่ต้องแนะแนวทางอะไรในการใช้วัสดุอุปกรณ์ นักเรียนอาจสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาที่ต่างกัน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและเสนอแนะให้นักเรียนคิด 2) การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่แนะแนวทาง เป็นการสอนที่ครูแนะแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน มีประสบการณ์ที่เหมือนกัน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการทดลอง เป็นการสอนโดยใช้การทดลองในการพิสูจน์ข้อความหรือสมมติฐานว่าเป็นจริง และหาแนวทางที่จะใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบข้อความนั้น โดยมีขั้นตอนคือ เลือกและตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน และวางแผนการทดสอบ

3.2 การสอนแบบค้นพบ (Discovery method)

คาริน และซันด์ (Carin and Sund, 1975: 97-98) ได้กล่าวถึงคำว่า การค้นพบ และการสืบเสาะหาความรู้ ว่านักการศึกษาจำนวนมากใช้คำสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน คาริน และซันด์ ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้ใช้กระบวนการคิดอย่างมาก กระบวนการที่ใช้ความรู้ความคิดในการค้นพบ เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การพยากรณ์ การอธิบาย การลงความคิดเห็น เป็นต้น ในการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่างๆ ด้วยตนเอง บทบาทของครูเป็นผู้ช่วยเหลือ และเป็นທີ່ปรึกษาของนักเรียน ทักษะและความชำนาญในการจัดกิจกรรมการสอนของครูเป็นสิ่งที่ช่วยให้การสอนแบบค้นพบประสบความสำเร็จ

3.3 การสอนแบบสาธิต (Demonstration)

คูลแลน และสโตน (Kuslan and Stone, 1968: 258-259) ได้กล่าวถึงการสาธิตว่าเป็นการจัดแสดงประสบการณ์การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหน้าชั้น โดยครู นักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มนักเรียนก็ได้ เป็นการทดลองซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่ทราบมาก่อนหรือเป็นการทดสอบเพื่อยืนยันสิ่งที่ทราบมาแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงการทดลองเทคนิควิธีการแลกระบวนการต่างๆ ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน ในการสอนครูต้องพิจารณาว่าจะสอนแบบสาธิตแบบบอกความรู้ ที่ครูพยายามแนะนำบอกความรู้ให้นักเรียน หรือสอนแบบสาธิตแบบการค้นพบ ที่ครูพยายามให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

3.4 การสอนแบบทดลอง (Experimental method)

คอลเล็ต (Collete, 1973: 229-236) ได้กล่าวถึงความหมายของการทดลองกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการว่ามีความหมายใกล้เคียงกัน การทดลองส่วนใหญ่ที่นักเรียนทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เป็นการจัดประสบการณ์ในการทำงานให้นักเรียนตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองและสังเกต และขั้นสรุปผลการทดลอง

3.5 การสอนแบบบรรยาย (Lecture method)

แอนเดอร์เซน และคูตนิค (Andersen and Koutnik, 1972: 60-61) ได้กล่าวถึงการสอนแบบบรรยายว่า เป็นวิธีสอนที่ครูถ่ายทอดความรู้จำนวนมากแก่นักเรียนโดยตรง เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าเสนอความรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะองค์ความรู้ที่เลือกสรรและจัดลำดับไว้อย่างดี การดำเนินการอาจแบ่งได้เป็น 4 ตอน คือ การกล่าวนำ ตัวเนื้อเรื่อง การสรุปย่อระหว่างนำเสนอ และการสรุปการบรรยาย

3.6 การสอนแบบอภิปราย (Discussion method)

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 176) กล่าวถึงการสอนแบบอภิปรายว่าเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดเห็นในแง่มุมต่าง ๆ ของนักเรียน อาจเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำอภิปราย ต้องไม่สั่งหรือครอบงำความคิดเห็นของนักเรียน การอภิปรายต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย เน้นหรือขยายความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วให้กว้างขวางออกไป ดังนั้นการอภิปรายจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดแก้ปัญหาหรือหาข้อยุติ การอภิปรายอาจสอดแทรกอยู่ในวิธีการสอนอื่น ๆ ได้ เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการสอนแบบค้นพบ

3.7 การสอนแบบพุดถามตอบ (Recitation method)

การสอนแบบพุดถามตอบ เป็นการสอนที่ใช้คำถามคำตอบ โดยครูเป็นผู้ถามคำถาม และนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนได้อ่านจากหนังสือเรียน หรือหนังสืออื่น ที่ได้รับมอบหมายให้อ่าน หรือสิ่งที่ครูได้นำเสนอในระหว่างการบรรยาย การสาธิต หรือกิจกรรมอื่น ในการสอนแบบพุดถามตอบ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบนี้ ว่าเป็นการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ครู ซึ่งครูจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการขยายความและอธิบายเพิ่มเติม แก่นักเรียน สิ่งที่สำคัญที่สุดในการสอนแบบพุดถามตอบเพื่อให้ได้ผลดีที่ควรคำนึงถึงคือชนิดของ คำถาม โครงสร้างของคำถาม และขั้นตอนที่จะถามในระหว่างการสอน (ภพ เลาหไพบูลย์, 2542: 181)

จากการศึกษาเกี่ยวกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์พบว่ามียุหลายวิธี ในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรเลือกวิธีสอน หรือกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ด้วยตนเอง มากที่สุด อาจเลือกใช้วิธีสอนใดวิธีหนึ่ง หรือนำหลายวิธีมาผสมผสานกัน เพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสภาพการณ์โดยทั่วไปในชั้นเรียน

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน (The 2-Step Technique)

การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน เป็นเทคนิคการสอนที่มีพื้นฐาน มาจากกระบวนการค้นเชิงสร้างสรรค์ (Palmer, D.H., 1997: 69) เทคนิคนี้ออกแบบขึ้นมาเพื่อช่วยให้ เกิดโครงสร้างการจัดกิจกรรมเป็นลักษณะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติในโรงเรียนประถมศึกษา เป็น การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทำได้ง่ายและใช้เวลาน้อย การจัดการเรียนรู้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสาธิต (Demonstrate)

ขั้นตอนนี้ครูจะทำการสาธิตการทดลองสั้นๆ โดยใช้เทคนิค POE (Predict-Observe-Explain) เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพมากในการกระตุ้นความสนใจ ความกระตือรือร้น ค้นหา ความคิดความเข้าใจของนักเรียน ช่วยเปลี่ยนแปลงความคิดความเข้าใจที่ผิดๆ ของนักเรียนและช่วย กระตุ้นการอภิปรายในชั้นเรียน (Gunstone, 1990 quoted in Palmer, D.H., 1997: 76) ครูมีบทบาท ในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาค้นคว้าและทำการทดลองด้วยตนเอง ภายใต้อำนาจของเรื่องและจุดประสงค์ของบทเรียนจากวัสดุอุปกรณ์ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ให้ มีกิจกรรมการจัด การเรียนรู้ (Palmer, D.H., 1997: 69) ดังนี้

1. ให้นักเรียนสังเกตวัสดุ อุปกรณ์ ที่ครูเตรียมไว้อย่างหลากหลาย

2. ครูใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ในข้อ 1 เพียงบางอย่าง ให้นักเรียนสังเกตแล้ว ตั้งคำถามให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการสาธิตการทดลองของครู โดยถามนักเรียนว่า “จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรขึ้น ถ้าครู...(สร้างสถานการณ์ที่เป็นการทดลองสั้นๆ)... ตัวอย่างเช่น จะเกิดอะไรขึ้น เมื่อครูปล่อยร่มชูชีพขนาดใหญ่และขนาดเล็กในเวลาเดียวกัน

3. ครูทำการสาธิตการทดลองให้นักเรียนดู แล้วย้าให้นักเรียนสังเกตการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบ

4. ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบาย และอภิปรายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสังเกตการณ์สาธิตการทดลองของครู เพื่อคว่า นักเรียนเข้าใจเรื่องที่สาธิตอย่างไร เพียงไร

ขั้นตอนที่ 2 การสืบค้น (Investigate)

ขั้นตอนนี้เป็นบทบาทของนักเรียน เพื่อให้สามารถดำเนินการต่างๆ ได้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นให้เสนอความต้องการที่จะค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ดังนั้นครูต้องคอยชี้แนะ ให้ความสนใจนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะค้นคว้า เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ ครูควรเน้นความสำคัญ และความสนใจของนักเรียนที่มีต่อการสาธิตตรงจุดใดจุดหนึ่ง แทนที่จะปล่อยให้เด็กสนใจประเด็นกว้างๆ เช่น ควรถามนักเรียนว่า “นักเรียนอยากจะทราบอะไรเกี่ยวกับร่มชูชีพของเล่น” มากกว่าที่จะถามว่า “นักเรียนอยากค้นคว้าอะไรเกี่ยวกับร่มชูชีพ” และในเวลาเดียวกันครูควรโน้มนำความสนใจของนักเรียนไปสู่แหล่งวัสดุอื่นๆ ที่มีอยู่ในขณะนั้น (เช่น น้ำหนักที่ต่างกัน ฝ้ายลินิน พลาสติก กระดาษย่น สิ่งที่สามารถนำมาใช้สร้างร่มชูชีพได้) ความสนใจของนักเรียนจะถูกชักจูงไปในเรื่องนั้นเพื่อเสนอความคิดเห็นในการศึกษาค้นคว้า เช่น “ร่มชูชีพที่ทำจากฝ้ายลินินจะตกลงเร็วกว่าที่ทำจากพลาสติกหรือไม่” หรือ “ร่มชูชีพที่น้ำหนักมากกว่าจะตกลงเร็วกว่าหรือไม่” หรือ “รูปร่างของฝ้ายร่มจะส่งผลให้ตกลงได้เร็วมากน้อยแค่ไหน” มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนอยากค้นคว้า หรืออยากทราบอะไรเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเสนอ”

2. นักเรียนเสนอความต้องการ หรือกำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า สิ่งที่นักเรียนต้องการศึกษาค้นคว้าอาจเลียนแบบการสาธิตของครู แต่มีการปรับเปลี่ยนเล็กน้อย ถ้านักเรียนยังไม่สามารถกำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้าได้ ครูอาจจะช่วยกระตุ้นโดยการตั้งคำถามที่เป็นลักษณะชักจูงความสนใจแผนการค้นคว้า หรือวิธีการจะหาคำตอบ

3. นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อหาคำตอบ

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลต่อกลุ่มใหญ่ว่าทำอะไรบ้าง และค้นพบอะไร แล้วร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ

5. หลังจากนั้นครูก็ช่วยสรุปมโนคติ ที่นักเรียนค้นพบให้กระจ่างชัด และถ้าจำเป็น อาจปรับ เปลี่ยน ขยาย เพิ่มเติมให้สมบูรณ์

ตัวอย่าง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องแม่เหล็ก (Palmer D., 1997: 78)

ขั้นตอนที่ 1

1. ครูจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ เช่น กรรไกร ตะปู ที่หนีบกระดาษ ไม้บรรทัดเหล็ก ไม้บรรทัดพลาสติก ไม้บรรทัดไม้ กระจก ยางลบ ลูกแก้ว แม่เหล็ก ให้นักเรียนสังเกต
2. ให้นักเรียนทำนายว่า “จะเกิดอะไรขึ้น ถ้าครูนำแม่เหล็กไปแตะไม้ที่ทำจากเหล็ก ไม้บรรทัดที่ทำจากพลาสติก และไม้บรรทัดที่ทำจากไม้”
3. นักเรียนอธิบายและโต้แย้งกันเกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 2

1. ครูซักถามนักเรียนว่า “นักเรียนต้องการหาแม่เหล็กอันไหนใหม่ไหม”
2. นักเรียนจะตั้งคำถาม “สิ่งของใดจะติดกับแม่เหล็ก”
3. นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มตามความสนใจที่จะเลือกสิ่งของไปทดลอง
4. นักเรียนรายงานผลการทดลองถึงสิ่งที่ค้นพบ

ยินดี สวณะคุณานนท์ (2544: 19) ได้นำเสนอขั้นตอนในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การสอนแบบสองขั้นตอน ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสาธิต (Demonstrate) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการทำนาย (Predict) ครูจะเตรียมและนำเสนอวัสดุ อุปกรณ์ให้นักเรียนดูก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้น
2. ขั้นสังเกต (Observe) ขั้นตอนนี้ครูจะแสดงการทดลองให้นักเรียนดู พร้อมทั้งให้นักเรียนสังเกตอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน
3. ขั้นอธิบาย (Explain) ครูให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสาธิต เพื่อดูว่านักเรียนเข้าใจเรื่องที่สาธิตอย่างไร เพียงไร

ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า (Investigate) ขั้นนี้มีขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1. ครูนำเสนอวัสดุอุปกรณ์อย่างหลากหลาย
2. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนอยากค้นคว้า หรืออยากทราบอะไรเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเสนอ” (ตามที่ครูสาธิตให้ดูในขั้นที่ 1)
3. นักเรียนเสนอแผนการค้นคว้า หรือวิธีการจะหาคำตอบ (ออกแบบการทดลอง)
4. นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อหาคำตอบ (ทำการทดลอง)
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลต่อกลุ่มใหญ่ว่าทำอะไรบ้าง และค้นพบอะไร

หลังจากนั้นครูก็ช่วยสรุปมโนคติที่นักเรียนค้นพบให้กระจ่างชัด และถ้าจำเป็นอาจปรับ เปลี่ยน ขยาย เพิ่มเติม ให้สมบูรณ์ขึ้น

จากการศึกษาแนวคิดของ พาถัมเมอร์ และแนวการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ของ ยินดี สวณะคุณานนท์ ผู้วิจัยได้พัฒนาตัดแปลงการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอนขึ้น มีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมดังตาราง 2



ตาราง 2 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอนตามแนวคิดของ พาล์มเมอร์ ขั้นตอนของยินดี สวานะคุณานนท์ และ ขั้นตอนของผู้วิจัยพัฒนาคัดแปลงขึ้น

ขั้นตอนตามแนวคิดของ พาล์มเมอร์	ขั้นตอนของ ยินดี สวานะคุณานนท์	ขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาคัดแปลงขึ้น
<p>ขั้นที่ 1 ขั้นการสาธิต (Demonstrate)</p> <p>ครูทำการสาธิตการทดลองสั้นๆ โดยใช้เทคนิค POE (Predict-Observe-Explain)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ให้นักเรียนสังเกตวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ 2. ครูใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้บางอย่าง ให้นักเรียนสังเกตแล้วตั้งคำถามให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการสาธิต โดยถามนักเรียนว่า “จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรขึ้นถ้าครู...(สถานการณ์)...” 3. ครูทำการสาธิตการทดลอง ให้นักเรียนสังเกตการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบ 4. ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายและอภิปรายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสังเกตการสาธิตการทดลองของครู เพื่อที่ว่า นักเรียนเข้าใจเรื่องที่สาธิตเพียงไร 	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นการสาธิต (Demonstrate)</p> <p>ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นการทำนาย (Predict) ครูจะจัดเตรียมและนำเสนอวัสดุ อุปกรณ์ให้นักเรียนดูก่อนการทดลอง โดยให้นักเรียนทำนายผลที่อาจจะเกิดขึ้น 2. ขั้นสังเกต (Observe) ครูแสดงการทดลองให้นักเรียนดู พร้อมทั้งให้นักเรียนสังเกตอย่างใกล้ชิดทุกขั้นตอน 3. ขั้นอธิบาย (Explain) ครูให้นักเรียนอธิบายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสาธิต เพื่อที่ว่านักเรียนเข้าใจเรื่องที่สาธิตอย่างไร เพียงไร 	<p>ขั้นที่ 1 ขั้นการสาธิต (Demonstrate)</p> <p>ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน โดยใช้เทคนิค POE (Predict-Observe-Explain) คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ขั้นการทำนาย ให้นักเรียนสังเกตวัสดุ อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ จากนั้นครูใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ในเพียงบางอย่าง ให้นักเรียนสังเกตแล้วตั้งคำถามให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการสาธิตการทดลองของครู 2. ขั้นสังเกต ครูทำการสาธิตการทดลองสั้นๆ ให้นักเรียนดูแล้วย้ำให้นักเรียนสังเกตการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบ 3. ขั้นอธิบาย ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบาย และอภิปรายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสังเกตการณ์สาธิตการทดลองของครู

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนตามแนวคิดของ พาล์มเมอร์	ขั้นตอนของ ยินดี สวานะคุมานนท์	ขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาดัดแปลงขึ้น
<p>ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้น (Investigate)</p> <p>1. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนอยากค้นคว้า หรืออยากทราบอะไรเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเสนอ”</p> <p>2. นักเรียนเสนอความต้องการหรือกำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า วิธีการหาคำตอบ</p> <p>3. นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อหาคำตอบ</p>	<p>ขั้นที่ 2 ขั้นการค้นคว้า (Investigate)</p> <p>ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้</p> <p>1. ครูนำเสนอวัสดุอุปกรณ์อย่างหลากหลาย</p> <p>2. ครูถามนักเรียนว่า “นักเรียนอยากค้นคว้า หรืออยากทราบอะไรเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ครูเสนอ” (ตามที่ครูสาธิตให้ดูในขั้นที่ 1)</p> <p>3. นักเรียนเสนอแผนการค้นคว้า หรือวิธีการที่จะหาคำตอบ (ออกแบบการทดลอง)</p> <p>4. นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มเพื่อหาคำตอบ (ทำการทดลอง)</p>	<p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสืบค้น (Investigate)</p> <p>ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้</p> <p>1. ขั้นการค้นคว้า</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนเสนอความต้องการหรือ กำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า โดยการกระตุ้นของครู - เขียนข้อปัญหาบนกระดานดำ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนที่ยังคิดข้อปัญหาไม่ได้ - นักเรียนรวมกลุ่มกัน ตามประเด็นปัญหาที่นักเรียนสงสัยใคร่รู้เพื่อวางแผนการศึกษาค้นคว้า - ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า - ออกแบบ และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ร่วมกันกำหนดเองภายใต้การดูแลของครู - ออกแบบและบันทึกผลการทดลอง - สรุปผลการทดลอง

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนตามแนวคิดของ พาล์มเมอร์	ขั้นตอนของ ยินดี สวานะคุณานนท์	ขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาคัดแปลงขึ้น
<p>4. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลต่อกลุ่มใหญ่ว่าทำอะไรบ้าง และค้นพบอะไร แล้วร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ค้นพบ</p>	<p>5. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลต่อกลุ่มใหญ่ว่าทำอะไรบ้าง และค้นพบอะไร</p>	<p>2. ขั้นสรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนรายงานผลการศึกษต่อกลุ่มใหญ่ ถึงวิธีการทดลอง และสิ่งที่ค้นพบ - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น สรุปแนวคิดทั้งหมดที่ได้จากการค้นคว้า
<p>5. หลังจากนั้นครูก็ช่วยสรุปมโนคติที่นักเรียนค้นพบให้กระจ่างชัด และถ้าจำเป็นอาจปรับเปลี่ยน ขยาย เพิ่มเติมให้สมบูรณ์</p>	<p>หลังจากนั้นครูก็ช่วยสรุปมโนคติที่นักเรียนค้นพบให้กระจ่างชัดและถ้าจำเป็นอาจปรับเปลี่ยน ขยาย เพิ่มเติม ให้สมบูรณ์ขึ้น</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ครูช่วยสรุปองค์ความรู้ที่นักเรียนค้นพบ เพิ่มเติมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จากขั้นตอนเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอนที่ผู้วิจัยพัฒนาดัดแปลงขึ้นนั้น จะเห็นได้ว่า มีกระบวนการที่สอดคล้องกับวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบแบบไม่แนะแนวทาง และยังมีกระบวนการขั้นตอนที่สอดคล้องกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบอื่นอีกหลายวิธี ดังรายละเอียดในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงกระบวนการขั้นตอนของเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอนที่สอดคล้องสัมพันธ์กับวิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบอื่น

ขั้นตอนเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน	วิธีสอนที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน
ขั้นที่ 1 ขั้นการสาธิต	
1. ขั้นการทำนาย (Predict) ให้นักเรียนสังเกตวัสดุ อุปกรณ์ที่ครูเตรียมไว้ ครูใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ในข้อ 1 เพียงบางอย่าง ให้นักเรียนสังเกตแล้วตั้งคำถามให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการสาธิตการทดลองของครู	- การสอนแบบพุดถามตอบ
2. ขั้นสังเกต (Observe) ครูทำการสาธิตการทดลองให้นักเรียนดูแล้วย้าให้นักเรียนสังเกตการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบ	- การสอนแบบสาธิต
3. ขั้นอธิบาย (Explain) ครูกระตุ้นให้นักเรียนอธิบาย และอธิบายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการสังเกตการสาธิตการทดลองของครู	- การสอนแบบอภิปราย
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสืบค้น	
1. ขั้นการค้นคว้า	
- นักเรียนเสนอความต้องการหรือกำหนดปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า โดยการกระตุ้นของครู	- การสอนแบบพุดถามตอบ
- เขียนข้อปัญหาบนกระดานดำ เป็นการกระตุ้นให้กับนักเรียนที่ยังคิดข้อปัญหาไม่ได้	- การสอนแบบทดลอง

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอนเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน	วิธีสอนที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน
<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนรวมกลุ่มกันตามปัญหาที่นักเรียนสงสัยเพื่อวางแผนการศึกษาค้นคว้า - ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่จะศึกษาค้นคว้า - ออกแบบ และลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ร่วมกันกำหนดเองภายใต้การดูแลของครู - ออกแบบและบันทึกผลการทดลอง - สรุปผลการทดลอง 	<ul style="list-style-type: none"> - การสอนแบบทดลอง - การสอนแบบค้นพบ
<p>2. ขั้นสรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> - แต่ละกลุ่มรายงานผลต่อกลุ่มใหญ่ถึงวิธีการทดลอง และสิ่งที่ค้นพบ - นักเรียนและครูร่วมกันแล้วร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น สรุปแนวคิดทั้งหมดที่ได้จากการค้นคว้า - ครูช่วยสรุปมโนคติที่นักเรียนค้นพบเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น 	<ul style="list-style-type: none"> - การสอนแบบอภิปราย - การสอนแบบบรรยาย

จากตารางแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าว พอที่จะสรุปให้เห็นชัดเจนว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอนนั้น เป็นการจัดการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบที่ไม่แนะแนวทางวิธีหนึ่ง และยังมีกระบวนการขั้นตอนที่สอดคล้องกับวิธีสอนวิทยาศาสตร์อีกหลายวิธีด้วยกัน ได้แก่ การสอนแบบค้นพบ การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทดลอง การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบอภิปราย และการสอนแบบพูดถามตอบ เทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน จึงเหมาะที่จะนำไปใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อีกวิธีหนึ่ง

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

อารมณฺ์ เพชรชื่น (2527: 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ

ศุดา มากบุญ (2542: 13) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงความรู้ความสามารถที่บุคคลจะพัฒนาให้ดีขึ้น อันเกิดจากระบวนการแสวงหาความรู้โดยวิธีสอนและอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก ค่านิยม ต่าง ๆ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 10) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์คือผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด และการกระทำอย่างมีระบบในการค้นหาข้อเท็จจริงความรู้ต่าง ๆ จากปรากฏการณ์ธรรมชาติ และจากสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวเราโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดลอง
4. สรุปผลและการนำไปใช้

5. การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของบุคคลเป็นองค์ประกอบด้วยคุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์

กล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้มานั้น ต้องผ่านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน เนื้อหาของวิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หมายถึงความสามารถของบุคคลที่พัฒนาขึ้นอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝน ประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

2. พฤติกรรมการวัดผลทางวิทยาศาสตร์

อำนาจ รุ่งรัศมี (2525: 109-111) กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลการเรียนจะต้องให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครูกำหนด ต้องพิจารณาถึงพฤติกรรม 3 ด้านคือ

1. ด้านความรู้ความคิด พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ด้านสติปัญญา และสมอง เช่น การจดจำข้อเท็จจริง ความเข้าใจ การตั้งสมมติฐานและปัญหา

2. ด้านความรู้สึก (Affective Domain) พฤติกรรมด้านนี้เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการในด้านความสนใจ คุณค่า ความซาบซึ้ง และทัศนคติ หรือเจตคติ ต่าง ๆ ของนักเรียน

3. ด้านการปฏิบัติ (Psycho-motor Domain) พฤติกรรมด้านนี้จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะในการปฏิบัติและดำเนินการ เช่น การทดลอง เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526: 1-5) ได้กำหนดระดับของพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ ถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนคติ ข้อตกลง ลำดับขั้น และแนวโน้มการจัดจำพวกและเกณฑ์ต่าง ๆ เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถจำแนกหรืออธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างออกไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) หมายถึงความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วชำนาญ

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science, 1970: 33-176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งแบ่งเป็นทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่ทักษะขั้นที่ 1-8 และทักษะขั้นบูรณาการ ได้แก่ทักษะขั้นที่ 9-13 เป็น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป การสังเกตเป็นกระบวนการหลักที่จะนำไปสู่การค้นพบทางวิทยาศาสตร์

2. ทักษะการวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือที่ทำการวัดปริมาณสิ่งของต่าง ๆ ออกเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยต้องมีหน่วยกำกับเสมอ และจะต้องมีจุดมุ่งหมายในการวัดว่า จะวัดอะไร วัดทำไม จะใช้อะไรวัด และวัดอย่างไร

3. ทักษะการใช้ตัวเลข (การคำนวณ) หมายถึง การนำเอาตัวเลขที่ได้จากการวัด การสังเกต การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก การลบ การคูณ การหาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความหมายซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการตีความหมายและลงข้อสรุปต่อไป ตัวเลขที่นำมาคำนวณโดยทั่วไปเป็นตัวเลขที่ได้จากการใช้เครื่องมือต่าง ๆ วัดหาค่าปริมาณของสิ่งหนึ่ง เช่น ความยาว น้ำหนัก ปริมาตร อุณหภูมิ หรือเวลา

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจำแนกหรือจัดจำพวกวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยมีเกณฑ์ในการจำแนกหรือจัดจำพวก เกณฑ์ที่ใช้อาจพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน แตกต่างกัน หรือสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้ การกำหนดเกณฑ์อาจทำได้โดยการกำหนดขึ้นเองหรือผู้อื่นกำหนดให้ การจำแนกประเภทอาจทำได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่กำหนด เช่น การแบ่งประเภทสิ่งของ เกณฑ์ที่ใช้มักเป็น สี ขนาด รูปร่าง ลักษณะผิววัสดุที่ใช้ทำ ราคาหรือนำไปใช้ ส่วนพวกสิ่งที่มีชีวิตมักจะใช้เกณฑ์ลักษณะของเซลล์โครงสร้างและรูปร่างอาหาร ลักษณะที่อยู่อาศัย การสืบพันธุ์ ประโยชน์ เป็นต้น

5. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปส หมายถึง ที่ว่างหรืออวกาศ สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบงำหรือกินอยู่ และมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง (หรือความหนา) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปส ของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของวัตถุกับเวลา

6. ทักษะการสื่อความหมายข้อมูล การสื่อความหมาย หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น การจัดลำดับ การจัดหมู่ หรือการคำนวณหาค่าใหม่ ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้และหรือให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลนั้น ๆ ดีขึ้น

7. ทักษะการลงความคิดเห็น หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ไปสัมพันธ์กับความรู้อ หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น

8. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนายหรือการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ความรู้ที่เป็นความจริง หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยทำนายหรือคาดคะเน

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจผิดหรือถูกก็ได้

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ในสมมติฐานที่ทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตและวัดได้

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กันมิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบของสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง

13. ทักษะการแปรความหมายข้อมูล การแปรความหมายข้อมูล หมายถึง การตีความหมายหรือการบรรยายลักษณะเพื่อสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สรุปได้ว่าในการวัดผลทางวิทยาศาสตร์นั้นควรกำหนดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ครูกำหนด ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดพฤติกรรมความสามารถในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ เป็นความสามารถในการระลึกเกี่ยวกับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้โดยตรง
2. ด้านความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความหมาย ตีความ และขยายความ ข้อความ สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นได้
3. ด้านการนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำความรู้และความเข้าใจ ในสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาแปลกใหม่ที่ต่างไปจากเดิม
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถและความชำนาญ ที่นักเรียนใช้ ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่สามารถฝึกได้อย่างชัดเจน ในการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนของเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน และเป็นทักษะที่นักเรียนมีความอ่อนด้อย จึงได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้วัด นักเรียนในการทดลองครั้งนี้ 6 ทักษะ คือ ทักษะการสังเกต ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน และ ทักษะการทดลอง

3. องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

บลูม (Bloom, 1976 อ้างถึงใน มัลลิกา มีหิรัญ, 2546: 42) ได้กล่าวถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในโรงเรียนว่าประกอบด้วย

- 3.1 พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึงความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ประกอบด้วย ความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน
- 3.2 คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึงความสามารถที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ เจตคติที่มีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน ระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

3.3 คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียน การสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

ประเสริฐ ทองประเจียด และคณะ (ม.ป.ป.: 24-26) กล่าวถึงสัดส่วนขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าองค์ประกอบด้านพฤติกรรม ด้านความรู้ความคิดรวมกับ ลักษณะนิสัยทางจิตพิสัยของนักเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 65 % และคุณภาพของครูมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 25 % เหลืออีก 10 % เป็นตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย คุณลักษณะของตัวผู้เรียน คุณภาพการสอนของครู และสภาพแวดล้อม คุณลักษณะของตัวผู้เรียน

มีอิทธิพลทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครูและปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมา ดังนั้นหากต้องการให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีจึงต้องสร้างแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนสนใจต่อการเรียนรู้ และมีเจตคติที่ดีต่อเนื้อหาที่เรียน ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

4. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ชวาล แพร์ตกุล (2517: 61) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง การตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการอบรมสั่งสอนจากครู โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) ซึ่งหมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่นักเรียนได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ได้มากเพียงใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราว เพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์และความสามารถทางวิชาการของนักเรียน ใช้ทั่วไปในโรงเรียน แบบทดสอบประเภทนี้สอบเสร็จก็ทิ้ง จะสอบใหม่ก็สร้างขึ้นใหม่หรือนำของเก่า มาเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง โดยไม่มีวิธีการอะไรเป็นหลัก ไม่มีการวิเคราะห์ว่าข้อสอบดีเลวประการใด

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เมื่อสร้างเสร็จก็มีการนำไปทดลองสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้งหลายหนเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดี มีความเป็นมาตรฐาน

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งตามลักษณะการตอบได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. แบบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามให้ และให้ผู้ตอบแสวงหาความรู้ ความเข้าใจ และความคิดตามที่โจทย์กำหนดภายในเวลาที่กำหนด การใช้ภาษาในการเขียนตอบขึ้นอยู่กับตัวผู้ตอบ แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้หลาย ๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น ความสามารถในการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ และอื่น ๆ

2. แบบปรนัย (Objective Test) หมายถึงแบบทดสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องตัดสินใจเลือกข้อที่ต้องการหรือพิจารณาข้อความที่ให้อาจถูกหรือผิด ได้แก่ แบบถูกผิด แบบเติมคำ หรือตอบสั้น ๆ แบบจัดลำดับ และแบบเลือกตอบ

แบบทดสอบทั้งสองลักษณะดังกล่าวต่างก็มีข้อเด่นข้อด้อยแตกต่างกัน และไม่มีกฏตายตัวว่าครูต้องใช้แบบใด แต่ควรคำนึงถึงจุดประสงค์และสภาพการณ์ของการใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking)

1. ความหมายของการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539: 41-44) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นความสามารถในการแยกแยะ เพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร

ทิสนา เขมมณี (2545: 116) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการพัฒนาให้เกิดขึ้นโดยการฝึกฝนให้นักเรียนสืบค้นข้อเท็จจริง เพื่อตอบคำถามในบางสิ่งบางอย่างโดยการตีความ (Interpretation) การจำแนกแยกแยะ (Classification) และการทำความเข้าใจ (Understanding) กับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กันรวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลที่น่าเชื่อถือได้

มาลินี ศิริจารี (2545: 41) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าการคิดวิเคราะห์หมายถึงการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในข้อความที่เป็นปัญหา โดยหาหลักฐานที่มีเหตุผลหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้มายืนยันการตัดสินใจตามเรื่องราวหรือสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2547: 24) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า หมายถึงความสามารถในการจำแนกแจกแจงองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น

ศุวิทย์ มูลคำ (2547: 9) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าหมายถึงความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้

รัตนารักษ์ ศรีพยัคฆ์ (2550) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึงการทำความเข้าใจสถานการณ์ประเด็นปัญหา แนวคิด หลักทฤษฎี ฯลฯ โดยการแจกแจงแตกประเด็นออกเป็นส่วนย่อย ๆ หรือวิเคราะห์ทีละขั้นตอน รวมถึงการจัดหมวดหมู่ปัญหาหรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นระบบระเบียบ เปรียบเทียบแง่มุมต่าง ๆ สามารถระบุได้ว่าอะไรเกิดก่อนหลัง ตลอดจนระบุเหตุและผลที่มาที่ไปของกรณีต่าง ๆ ได้

จากความหมายของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น สรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์หมายถึงความสามารถในการจำแนก แยกแยะเหตุการณ์หรือเนื้อเรื่องต่างๆ ถึงส่วนประกอบ ความสำคัญ และความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างส่วนประกอบหรือองค์ประกอบ รวมถึงหลักการที่ทำให้มีความเกี่ยวข้องกัน

2. ลักษณะของการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539: 41-44) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไร การวิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 อย่าง ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ หมายถึง การแยกแยะสิ่งที่กำหนดให้ว่าอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือมีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ หมายถึง การค้นหาความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราว เหตุการณ์นั้นว่าเกี่ยวข้องกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร

3. วิเคราะห์หลักการ หมายถึง การค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุดิบของเรื่องราวและการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นรวมกันจนดำรงสภาพเช่นนั้นอยู่ได้เนื่องด้วยอะไร โดยยึดอะไรเป็นหลัก เป็นแกนกลาง มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง ยึดถือหลักการใด มีเทคนิคอย่างไร หรือยึดคติใด

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 อ้างถึงใน มาลินี ศิริจารี, 2545: 40) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ว่าประกอบไปด้วยความสามารถย่อย ๆ 5 ประการ คือ ความสามารถในการอ้างอิง การตั้งสมมติฐาน การนิรนัย การแปลความ และการประเมินข้อโต้แย้งต่าง ๆ

เดรสเซล และเมย์ฮิว (Dressel and Mayhew, 1995 : 179-181) ได้สรุปสิ่งที่ประกอบกันเป็นการวิเคราะห์ 5 อย่าง ดังนี้

1. ความสามารถในการนิยามปัญหา
2. ความสามารถในการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหาคำตอบของปัญหา
3. ความสามารถในการระบุข้อสันนิษฐาน
4. ความสามารถในการกำหนดและเลือกสมมติฐาน
5. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล และการตัดสินใจเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์

ฮัดกินส์ (Hudgins, 1977: 180) ได้อธิบายทักษะที่ประกอบกันเป็นการคิดวิเคราะห์ ว่ามี

4 ประการ คือ

1. ผู้เรียนจะต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบที่สำคัญของการอ้างเหตุผล โดยขั้นต้นผู้เรียนต้องมีพื้นฐานทางมโนทัศน์ และข้อมูลเพียงพอสำหรับการพิจารณาความจริงที่อาจเป็นไปได้

ของการอ้างเหตุผลหรือความเป็นไปได้ของผลลัพธ์ที่คาดการณ์ไว้ นอกจากนั้นผู้เรียนจะต้องมีทักษะที่จำเป็นในการประเมินการอ้างเหตุผลด้วย

2. ผู้เรียนจะต้องแสวงหาหลักฐานที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลหรือการลงสรุป โดยจะต้องพิจารณาว่าข้อสรุปที่นำมากล่าวอ้างมีข้อมูลสนับสนุนหรือไม่ ตลอดจนการพิจารณาว่าหลักฐานที่นำมาอ้างอิงมีอคติหรือไม่

3. ผู้เรียนจะต้องพิจารณา ไตร่ตรองและประเมินทั้งหลักฐานที่นำมาใช้ และลักษณะการอ้างเหตุผล (Line of Reasoning) ที่นำมาใช้ในการอ้างเหตุผลก่อนการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธข้อสรุป

4. ผู้เรียนสามารถสรุปข้อสันนิษฐาน (Assumption) ที่เกี่ยวข้องกับการอ้างอิงเหตุผล จากแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น พบว่าลักษณะการคิดวิเคราะห์มีความเกี่ยวกับการตั้งประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้อย่างเป็นระบบขั้นตอนต่อไป อย่างมีเหตุมีผล ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยยึดแนวคิดลักษณะการคิดวิเคราะห์ของ บลูม มาใช้เป็นแนวทางในการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

3. แนวการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์ มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดอย่างแยกแยะได้ และคิดได้อย่างคล่องแคล่ว หรือมีทักษะในการคิดแบบวิเคราะห์ได้ ชั้นแรกสุด ครูผู้สอนต้องรู้จักความคิดแบบวิเคราะห์นี้อย่างดีเสียก่อน ชั้นต่อ ๆ ไป จึงผสมผสานการคิดแบบนี้เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอน

สมประสงค์ วิทย์เกียรติ (2545: 5-7) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นว่า ครูต้องตระหนักและกระทำตัวเป็นผู้อำนวยความสะดวก ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยนำเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในรูปแบบต่างๆ แล้วให้ผู้เรียนระบุปัญหา สาเหตุของปัญหา แนวทางแก้ปัญหา และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดที่เหมาะสมกับตนเอง โดยสรุปขั้นตอนการเรียนการสอนให้คิดเป็นนั้นมี 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นระบุปัญหา เริ่มโดยการให้ผู้เรียนได้พบสถานการณ์ ซึ่งอาจเป็นรูปภาพ ฟังเรื่องเล่า บทความ และอื่น ๆ

2. ขั้นแสวงหาวิธีแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนอภิปรายร่วมกันโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง สังคม หลักการ ทฤษฎี เพื่อหาแนวทางการแก้ไข

3. ขั้นตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ผู้เรียนจะร่วมกันเลือกแนวทางแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด ซึ่งแต่ละคนอาจจะเลือกให้เหมาะสมกับตนเอง หรือกลุ่มอาจจะเลือกที่เหมาะสมกับกลุ่มก็ได้

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 30) ได้เสนอแนวการสอน เพื่อปรับปรุงความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ประสบการณ์ตรง ให้นักเรียนศึกษาเรื่องต่าง ๆ จากสิ่งที่พบเห็นจากเรื่องราวในชีวิตจริง
2. การวิจัย การศึกษาหาความรู้ความจริงด้วยตนเอง เป็นทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนมีขั้นตอนในการศึกษาอย่างถูกต้อง เช่น การทำรายงานเรื่อง “ไดโนเสาร์” เป็นต้น
3. การใช้กิจกรรมเป็นสื่อกระตุ้นความคิดเป็น เช่น การพาไปดูการไต่เวที การจัดไต่เวที การอภิปรายในหัวข้อต่าง ๆ การจัดมุมหรือชมรมนักคิด เป็นต้น
4. การใช้สถานการณ์สมมติ เป็นกิจกรรมและวิธีสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจกระจ่างขึ้น และมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งการพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา
5. ให้นักเรียนมีโอกาสเสนอผลงานที่ตนเองศึกษาให้ผู้อื่นฟัง อาจเป็นเพื่อนระดับเดียวกัน หรือเพื่อนต่างระดับหรือคนอื่นฟัง
6. กิจกรรมกลุ่ม การระดมพลังสมอง การระดมความคิด การไต่ตรองความคิดของกลุ่ม รวมถึงการวิจารณ์อย่างมีเหตุผล การวิจารณ์ในการสร้าง ล้วนเป็นทักษะระดับสูงทางปัญญาและทางสังคมทั้งสิ้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้นักเรียนได้มีข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความคิดเห็นของตนเองและผู้อื่น รวมทั้งกลยุทธ์ทางความคิดของผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

บลูม (Bloom, 1956: อ้างถึงใน ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ, 2551: 49-52) ได้แบ่งแนวทางการคิดในรูปกิจกรรมหรือคำถามให้พัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์ขึ้นในตัวผู้เรียนไว้ดังนี้

1. การสอนการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ มุ่งให้ผู้เรียนได้คิดแบบแยกแยะว่าสิ่งสำเร็จรูปหนึ่งมีองค์ประกอบอะไร มีแนวทางดังนี้
 - 1.1 วิเคราะห์ชนิด โดยมุ่งให้ผู้เรียนคิด วินิจฉัยว่า บรรดาข้อความ เรื่องราวเหตุการณ์ปรากฏการณ์ใด ๆ ที่พิจารณาอยู่นั้น จัดเป็นชนิดใด ประเภทใด ลักษณะใด ตามเกณฑ์หรือหลักการใหม่ที่กำหนด จุดสำคัญของการสอนให้คิดแบบวิเคราะห์ชนิดนี้คือ ต้องให้เกณฑ์ใหม่และบอกเหตุผลที่จัดชนิดตามเกณฑ์ใหม่ที่กำหนด
 - 1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ มุ่งให้คิดแยกแยะและวินิจฉัยว่า องค์ประกอบใดสำคัญ ไม่สำคัญ เช่น ให้ค้นหาสาระสำคัญ แก่นสาร ผลลัพธ์ ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย
 - 1.3 วิเคราะห์เลศนัย มุ่งให้คิดค้นหาสิ่งที่พรางไว้ แฝงเร้นอยู่ มิได้บ่งบอกไว้ตรง ๆ แต่มีร่องรอยส่งให้เห็นว่ามีความจริงนั้นซ่อนอยู่
2. การสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ มุ่งให้ผู้เรียนคิดแยกแยะว่าสิ่งสำเร็จรูป ระบบมีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันแบบใดสัมพันธ์ตามกันหรือกลับกัน สัมพันธ์กันสูงต่ำเพียงไร มีแนวทางดังนี้
 - 2.1 วิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดค้นหาชนิดของความสัมพันธ์ว่า สัมพันธ์แบบตามกัน กลับกัน ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับองค์ประกอบ องค์ประกอบกับเรื่องทั้งหมด

- 2.2 วิเคราะห์ขนาดความสัมพันธ์ โดยมุ่งให้คิดเพื่อค้นหาขนาด ระดับของความสัมพันธ์
- 2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนของความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดเพื่อค้นหาลำดับขั้นของความสัมพันธ์
ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เป็นเรื่องแปลกใหม่
- 2.4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์วิธีการ มุ่งให้คิดและค้นหาว่าการกระทำพฤติกรรม มีเป้าหมาย
อะไร

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผลที่เกิดตามมา มุ่งให้คิดแบบแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์
เชิงเหตุผล ซึ่งเป็นยอดปรารถนาประการหนึ่งของการสอนให้คิดเป็น คือ หาสาเหตุและผลได้ดี

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ โดยให้ค้นหาแบบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่ง แล้ว
บอกความสัมพันธ์นั้น หรือเปรียบเทียบความสัมพันธ์คู่อื่น ๆ ที่คล้าย ๆ กัน ทำนองเดียวกันในรูป
อุปมาอุปไมย

3. การสอนคิดวิเคราะห์หลักการ มุ่งให้ผู้เรียนคิดแยกแยะจนจับหลักการได้ว่าสิ่งสำเร็จรูป
มุมมองประกอบต่าง ๆ อยู่เป็นระบบได้ คือ หลักการอะไร ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักการ ต้องอาศัย
การวิเคราะห์ขั้นต้น คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ก่อน กล่าวคือ
ต้องแยกแยะสิ่งสมบูรณ์ หรือระบบให้เห็นว่ามีองค์ประกอบสำคัญมีหน้าที่อย่างไร และองค์ประกอบ
เหล่านั้นเกี่ยวข้อง พาดพิง อาศัยความสัมพันธ์กันอย่างไร พิจารณาจนรู้ความสัมพันธ์ตลอดจน
สามารถลงสรุปจับหัวใจหรือหลักการได้ว่า การที่ทุกส่วนเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกัน เกาะกลุ่มกัน
จนเป็นระบบอยู่ได้เพราะหลักการใด ผลที่ได้เป็นการวิเคราะห์หลักการ ซึ่งเป็นยอดของการคิดแบบ
วิเคราะห์ การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์หลักการเน้นการสอนวิเคราะห์ดังนี้

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง มุ่งให้ผู้เรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาโครงสร้างของสิ่งนั้น
ไม่ว่าจะเป็นปัญหาใหม่ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ข้อความ การทดลอง

3.2 การวิเคราะห์หลักการ มุ่งให้ผู้เรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาความจริงของสิ่งนั้น
เรื่องราว สิ่งสำเร็จรูปนั้น ได้แก่ การค้นหาหลักการสรุปการสอนให้คิดวิเคราะห์ ต้องให้สิ่งสำเร็จรูปแก่
ผู้เรียน เช่น เรื่องราว เหตุการณ์ ปัญหาการทดลองแล้วให้คิดอย่างแยกแยะให้เห็นองค์ประกอบย่อย
ความเกี่ยวข้องระหว่างองค์ประกอบ และหลักการที่ครอบคลุมสิ่งสำเร็จรูป หรือระบบนั้นอยู่ ส่วน
เทคนิควิธีการสอน วิธีเรียนจะเป็นแบบใดก็สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้

จากแนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดข้างต้น พอสรุปได้ว่าการจัด
การเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์นั้น ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งที่
ต้องเรียนรู้โดยตรง ไม่ใช่การได้รับการถ่ายทอดสิ่งเหล่านั้นจากครู ครูเป็นนำเสนอสถานการณ์
ที่เป็นปัญหา และอำนวยความสะดวกให้นักเรียนเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน ครู และ

บุคคลอื่นที่อยู่รอบตัว มีโอกาสได้เรียนรู้กระบวนการหรือวิธีการหาความรู้ และมีโอกาสนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson and Glaser, 1964 อ้างถึงใน บุญเชิด ชุมพล, 2547: 22-23) ได้กล่าวถึงการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ว่าคือ การวัดความสามารถในการวิเคราะห์ วิเคราะห์ โดยมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นเหตุผลในการพิจารณาในการตัดสินใจในเรื่องราวต่าง ๆ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เหตุการณ์หรือสถานการณ์จะมีความเกี่ยวข้องเป็นเหตุเป็นผลกัน การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมี 5 ขั้นตอน

1. การระบุปัญหา เป็นการกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจกับปัญหา พิจารณาข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลคลุมเครือ รวมทั้งการนิยามความหมายของคำและข้อความ การระบุปัญหาเป็นกระบวนการเริ่มต้นของการวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการกระตุ้นให้บุคคลเริ่มต้นคิด เพื่อตระหนักว่ามีปัญหาหรือข้อโต้แย้งหรือได้รับข้อมูลข่าวสารที่คลุมเครือ จะพยายามหาคำตอบที่สมเหตุ สมผล เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหานั้น ปัญหาจึงเป็นสิ่งเร้าซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

2. การตั้งสมมติฐาน เป็นการพิจารณาแนวทาง การสรุปอ้างอิงของปัญหา ข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือ โดยการนำข้อมูลจัดระบบแล้วมาพิจารณาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์เพื่อกำหนดแนวทางการสรุปที่น่าเป็นไปได้ว่า จากข้อมูลที่ปรากฏสามารถเป็นไปได้ในทิศทางใดบ้าง เพื่อจะได้พิจารณาเลือกแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุด หรือการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป

3. การตรวจสอบสมมติฐาน เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้อโต้แย้งหรือข้อมูลที่คลุมเครือจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการดึงข้อมูล หรือความรู้จากประสบการณ์เดิมที่มีอยู่มาใช้ เพื่อออกแบบการทดลอง หรือวิธีแก้ปัญหาก็เป็นการตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลในการสรุปอ้างอิงต่อไป

4. การสรุปอ้างอิงโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ เป็นการพิจารณาเลือกแนวทางที่สมเหตุสมผลที่สุดจากข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่ หลังจากกำหนดแนวทางเลือกที่อาจเป็นไปได้ก็จะพยายามเลือกวิธีการ หรือแนวทางที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะนำไปสู่การสรุปที่สมเหตุสมผลการใช้เหตุผลเป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการสรุปปัญหา และเป็นทักษะการคิดที่สำคัญของการคิดวิเคราะห์ หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพราะการคิดที่ดีนั้นขึ้นอยู่กับการใช้เหตุผลที่ดี และข้อสรุปที่ดีที่สุดจะต้องได้รับการสนับสนุนจากเหตุผลที่ดีที่สุด

5. การประเมินการสรุปอ้างอิง เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลของการสรุปอ้างอิง หลังจากการตัดสินใจสรุปโดยใช้หลักตรรกศาสตร์ จะต้องประเมินข้อสรุปอ้างอิงว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ รวมทั้งพิจารณาว่าข้อสรุปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือไม่ ผลที่จะเกิดเป็นอย่างไร ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลง และได้รับข้อมูลเพิ่มเติมต้องกลับไปรวบรวมข้อมูลที่มีอยู่อีกครั้งหนึ่งเพื่อตั้งสมมติฐานสรุปอ้างอิงใหม่

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543: 149-154) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นกรวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของ เหตุการณ์ เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้น ยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไร และเกี่ยวพันโดยอาศัย หลักการใด จะเห็นว่าสมรรถภาพด้านวิเคราะห์จะเต็มไปด้วยการหาเหตุและผลมาเกี่ยวข้องกันเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้ มาประกอบการพิจารณา การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์ว่าสิ่งที่มีอยู่นั้นอะไรสำคัญ หรือจำเป็นหรือ มีบทบาทที่สุด ตัวไหนเป็นเหตุ ตัวไหนเป็นผล เหตุผลใดถูกต้องและเหมาะสมที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น สีลห้าข้อใดสำคัญที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นหาความสัมพันธ์ หรือความเกี่ยวข้องย่อยในปรากฏการณ์ หรือเนื้อหานั้น เพื่อนำมาอุปมาอุปไมย หรือค้นหาว่าเหตุการณ์นั้นมีความสำคัญอะไรที่เกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างคำถาม เช่น เหตุใดแสงจึงเร็วกว่าเสียง

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดหลักการใด มีเทคนิค หรือยึดปรัชญาใด อาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ ตัวอย่างคำถาม เช่น รถยนต์วิ่งได้โดยอาศัยหลักการใด

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของ บลูม มาเป็นแนวทางในการออกข้อสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

จิระพรรณ ขุนจันทร์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การเปรียบเทียบผลของการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้กิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางกับแบบกำหนดแนวทางที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนบาเจาะ จังหวัดนราธิวาส จำนวน 50 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบไม่กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้แบบกำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สำเริง วรรณพิรุณ (2542: 67) ทำการวิจัยเรื่อง “ผลของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยไม่กำหนดแนวทางในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนวัดท่าเกวียน (สัษอุทิศ) จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 90 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะโดยไม่กำหนดแนวทางสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะโดยกำหนดแนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยินดี สวานะคุณานนท์ (2543: 34) ทำการวิจัยเรื่อง "การพัฒนาชุดการสอนแบบ Laboratory Approach แนวใหม่สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น" กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2544 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลา จำนวน 86 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ยินดี คำชุม (2544: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการสอนด้วยปฏิบัติการวิชาเคมีเรื่องกรด-เบสด้วยเทคนิค 2 ขั้นตอน ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา” กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา จำนวน 80 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนปฏิบัติการด้วยเทคนิค 2 ขั้นตอน มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องกรด-เบส และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กระแส มิฆะเนตร (2546: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านลำควน จังหวัดสุรินทร์” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านลำควน จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 จำนวน 26 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เบญจมาศ เกตุแก้ว (2548: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ” กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโคกสีพิทยาสรรพ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องกับที่สนูปกรณ์ จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 74.29 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ยุพา กุมภาว์ (2550: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านเขว้าวิทยายน อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 83.33

สุทธารพิงค์ โนนศรีชัย (2550: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es)” กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนร่อนคำ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ด้านการคิดวิเคราะห์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 76.19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และผ่านเกณฑ์ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75 คิดเป็นร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

กมลรักษ์ ไบธรรม (2550: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารในชีวิตประจำวันชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ” กลุ่มตัวอย่าง

ที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านโนนสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองคาย เขต 3 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประพันธ์ อ้นภักดี (2551: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาทักษะการคิดพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่องน้ำและอากาศ โดยใช้ วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้” กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนบ้านคำปากควา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่น เขต 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะการคิดพื้นฐานในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำและอากาศ เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.60 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 81.25 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำและอากาศ คิดเป็นร้อยละ 79.05 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคิดเป็นร้อยละ 75.00

2. งานวิจัยต่างประเทศ

รัสเซล และเซียเพตตา (Russell and Chiapetta, 1981: 295-301) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาธรณีศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 287 คน ผลการวิจัยพบว่า การใช้คำถามประเภทแคบที่เน้น 3 ขั้นตอน คือ การเสนอปัญหา การสืบเสาะเพื่อรวบรวมความรู้ และการค้นหาคำตอบของปัญหา เป็นการส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการวิเคราะห์ให้สูงขึ้น นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหา ได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

เดวิส (Davis, 1976 อ้างถึงใน สิริรัตน์ พุ่มวิเชียร, 2538: 26) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลการสืบเสาะโดยการชี้แนะแนวทางโดยการค้นพบ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะโดยการชี้แนะแนวทางโดยการค้นพบ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่ได้รับการสอนแบบครูบอกให้รู้ตามตำรา อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

พาล์มเมอร์ (Palmer, D.H., 1995: 323-332) ทำการศึกษาเรื่อง “The POE in the Primary School: An Evaluation” ทำการศึกษาโดยให้ครูก่อนประจำการ จำนวน 60 คน ใช้เทคนิค POE (Predict-Observe-Explain) ในการวิเคราะห์ความรู้และความเข้าใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ที่เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งประเมินผลการใช้ ปรากฏว่ามีผลการประเมินในทางบวก

นักเรียนมีปฏิกิริยาโต้ตอบอย่างกระฉับกระเฉง ครูค้นพบการพัฒนาของนักเรียนทั้งความเข้าใจและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาครั้งนี้สรุปว่า เทคนิค POE เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการสอนในชั้นประถมศึกษา

พาล์มเมอร์ (Palmer, D.H., 1997: 14-17) ได้ทำการศึกษาประเมินการใช้เทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน (The 2-step technique) โดยให้นักศึกษาคู จำนวน 68 คน เป็นผู้ทดลองใช้และประเมินผลการใช้เทคนิคดังกล่าว ผลการศึกษาพบว่ามีการประเมินได้ทางบวกมาก ๆ

หยาง (Yang, 1988 อ้างถึงใน กมลรัญช์ ไบธรรม, 2550: 50) ได้ทำการวิจัยผลของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ และการสอนแบบอธิบายในห้องเรียนขนาดใหญ่ในเนื้อหาวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 392 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแบบช่วยเหลือ การสืบเสาะแบบแนะนำ และการสืบเสาะแบบขั้นสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบอธิบาย แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงอุปนัยของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

อับราฮิม (Ebrahim, 2004: 1232-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อตรวจสอบผลของการสอนแบบดั้งเดิมและวิธีสอนสืบเสาะแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4-E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาในประเทศคูเวต ทำการศึกษาทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 111 คน ผลการศึกษาพบว่าวิธีสอนสืบเสาะแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4-E ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่าวิธีสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สูงขึ้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนแบบสองขั้นตอน ซึ่งเป็นเทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบค้นพบที่ไม่เน้นแนวทางวิธีหนึ่ง และเพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่มีต่อนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน ว่าเทคนิคการสอนดังกล่าวจะสามารถพัฒนานักเรียนแต่ละกลุ่มได้แตกต่างกันหรือไม่ เพื่อเป็นการวางพื้นฐานที่ดีในการพัฒนาการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้กับนักเรียนต่อไป