

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” ผู้วิจัยได้ศึกษาคำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้นำเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
2. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E
4. การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานสมอง
5. ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
7. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
8. จิตวิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและ มาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและ เยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษา สำหรับ การศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและ ส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึกและ ทักษะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและ ประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม

รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูล ข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจ ความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและ สภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและ พลโลก ดังนี้

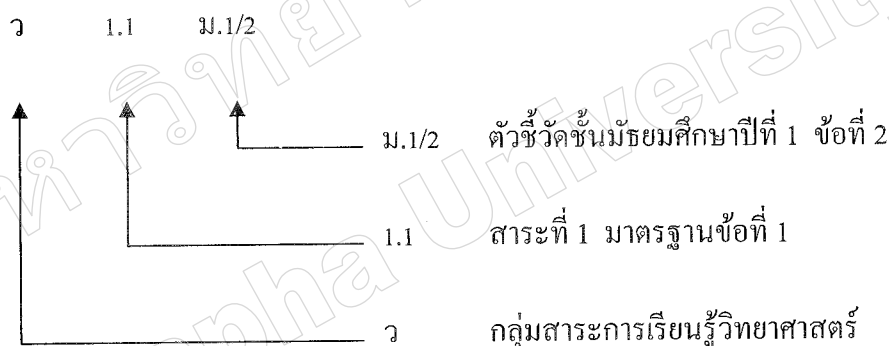
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้ รวมทั้งคุณลักษณะของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ซึ่งสะท้อนถึงมาตรฐานการเรียนรู้ มีความเฉพาะเจาะจงและมีความเป็นรูปธรรมนำไปใช้ในการกำหนดเนื้อหา จัดทำหน่วยการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้การสอน และเป็นเกณฑ์สำคัญสำหรับการวัดประเมินผลเพื่อตรวจสอบคุณภาพของผู้เรียน

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1-มัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4-6)

หลักสูตรได้มีการกำหนดรหัสกำกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อความเข้าใจและให้สื่อสารตรงกัน ดังนี้



สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กล่าวไว้ในส่วนหนึ่งว่า “รัฐต้องเร่งรัดและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ” นับได้ว่าเป็นครั้งแรกของประเทศไทยที่กล่าวถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจนในรัฐธรรมนูญ การที่จะไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้ จำเป็นต้องพัฒนาการจัดการศึกษาด้วยวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง องค์การส่งเสริมการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ได้เสนอโครงการรณรงค์ให้ประเทศทั่วโลกจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ สำหรับทุกคนให้รู้วิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอเพื่อการดำรงชีวิตอย่างมีความสุขและปลอดภัยในสังคมโลกยุคโลกาภิวัตน์

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ในมาตรา 23 เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย โดยให้ความสำคัญ

ของการบูรณาการ ความรู้ คุณธรรม และกระบวนการเรียนรู้ ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับ การศึกษา ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ ด้านวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์เรื่อง การจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อิงกลุ่มวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานมีรายละเอียด ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546 ข, หน้า 25-47)

ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตทั้งในการดำรงชีวิตและงานอาชีพต่าง ๆ เครื่องมือเครื่องใช้ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสาน กับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี อย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้มีการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง

วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิด วิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็น ระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลาย และประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์ เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ที่เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนา ให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่ นำมาใช้พัฒนาคุณภาพชีวิตที่ดี แต่ยังช่วยให้คนมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการใช้ ประโยชน์ การดูแลรักษา ตลอดจนพัฒนาสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรธรรมชาติอย่างสมดุลและ ยั่งยืน และที่สำคัญยิ่ง คือ ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจ สามารถแข่งขันนานา ประเทศ และดำเนินชีวิตอย่างมีความสุขในสังคมโลก

ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

1. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และ การสืบค้นข้อมูล ทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าว มีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิง ทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่ หรือแม้แต่ข้อมูลเดิม เดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิด ที่แตกต่างกันความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

3. วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ในส่วนใดของโลก วิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสารและ การเผยแพร่ข้อมูล เพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และ ส่งผลต่อคนในสังคมและ สิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้อง อยู่ภายในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ ภายในขอบเขตคุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสังแวดล้อมอย่าง ยั่งยืน

4. ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยี เป็นกระบวนการต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ ร่วมกับกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสิทธิภาพ จินตนาการ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และ ระบบการจัดการจึงต้องใช้เทคโนโลยี ในทางสร้างสรรค์ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่าจะมีการพัฒนาอะไร อย่างไรซึ่งจะ สอดคล้องกับการปรับเปลี่ยนของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็น แนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชนร่วมกันพัฒนา การศึกษา วิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนา การศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และ กระบวนการที่เป็นสากล และมีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและ ระดับประเทศ และ มีความยืดหยุ่นหลากหลาย

2. หลักสูตรและการเรียนการสอนต้องตอบสนองผู้เรียนที่มีความถนัดและ ความสนใจแตกต่างกันในการใช้วิทยาศาสตร์สำหรับการศึกษาต่อและ การประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการส่งเสริม พัฒนาระบวนการคิด ความสามารถในการเรียนรู้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้

4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่ไปกับการเรียนในสถานศึกษา

5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลายเพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน

6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงจะประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต การเรียนการสอนพัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม

เป้าหมายของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. ผู้เรียนเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. ผู้เรียนเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. ผู้เรียนมีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ผู้เรียนพัฒนาระบวนการคิดและจินตนาการ มีความสามารถในการแก้ปัญหา

และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. ผู้เรียนตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย และสิ่งแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. ผู้เรียนนำความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวันให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. ผู้เรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน เพื่อให้การศึกษาวិทยาศาสตร์บรรลุตามเป้าหมายและ วิสัยทัศน์จึงกำหนดคุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์ที่จบหลักสูตรการศึกษาระดับชั้นพื้นฐาน 12 ชั้นปี

1.1 เข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมผู้เรียน

1.2 เข้าใจสมบัติของสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน

1.3 เข้าใจโครงสร้างส่วนประกอบของโลก ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ ดาราศาสตร์ และอวกาศ

1.4 ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง ศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย และจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้อื่นรับรู้

1.5 เชื่อมโยงความรู้ความคิดกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการดำรงชีวิตและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือสร้างชิ้นงาน

1.6 มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หรือจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1.6.1 ความสนใจใฝ่เรียนรู้

1.6.2 ความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ

1.6.3 ความซื่อสัตย์ ประหยัด

1.6.4 การร่วมแสดงความคิดเห็น และการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.6.5 ความมีเหตุผล

1.6.6 การทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.7 มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยมีความซื่อสัตย์สุจริต มีความสุขในการสืบเสาะหาความรู้ รักการเรียนรู้ เรียนรู้ตลอดชีวิต และรักการทำงาน เห็นความสำคัญและใช้ประโยชน์จากวิทยาศาสตร์จากวิทยาศาสตร์ ชื่นชมยกย่อง และเคารพในสิทธิของผู้อื่นและตนเอง

2. คุณภาพของผู้เรียนวิทยาศาสตร์เมื่อจบช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3)

ผู้เรียนที่เรียนจบช่วงชั้นที่ 3 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ และ จิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2.2 เข้าใจสมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยา

2.3 เข้าใจเนื้อหาเรื่องแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนความร้อน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มแสง

2.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

2.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.12 แสดงถึงความซื่อสัตย์ ความห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

2.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้/ มาตรฐานการเรียนรู้

1. สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการทำดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับของท้องถิ่นประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

3. สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารการเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุที่อยู่ในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. สารที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิตการเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่าง สารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

6. สารที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในเปลือกโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7. สารที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

8. สารที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ระบุว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

การวิเคราะห์ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ของสารที่ 3 สารและสมบัติของสาร
มาตรฐาน ว 3.2 มีรายละเอียดดังตารางที่ 2-1 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 ข, หน้า 24-26)

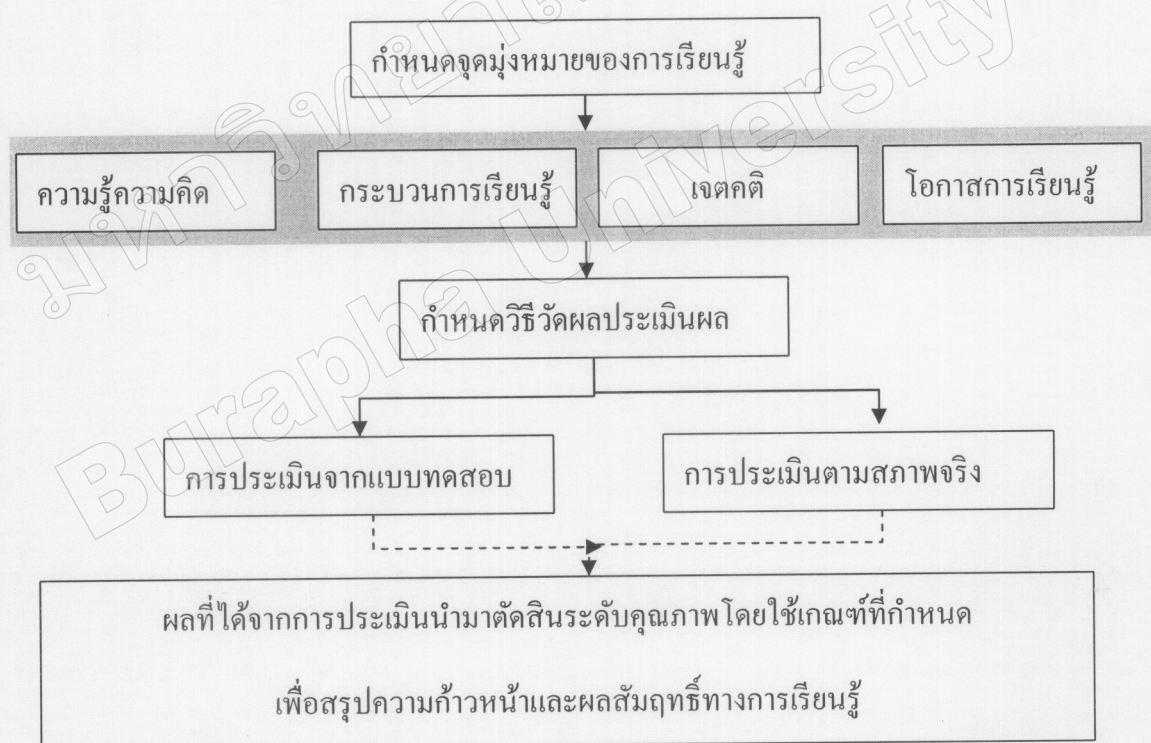
ตารางที่ 1 วิเคราะห์มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด ว 3.2 สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้
1. ทดลองและอธิบาย วิธีเตรียมสารละลายที่มี ความเข้มข้นเป็นร้อยละ และอภิปรายการนำ ความรู้เกี่ยวกับ สารละลายไปใช้ ประโยชน์	องค์ประกอบของสารละลาย - องค์ประกอบของสารละลาย - สารละลายในชีวิตประจำวัน การละลายของสารในตัวทำละลาย	1. ทดลองและอธิบายองค์ประกอบ ของสารละลาย 2. อธิบายและยกตัวอย่างสารที่ทำ หน้าที่เป็นตัวทำละลายและตัวละลาย ของสารละลายที่ใช้ประโยชน์ ในชีวิตประจำวันได้ 3. อธิบายสมบัติที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการละลายของ สารละลาย
2. ทดลองและอธิบาย การเปลี่ยนแปลง สมบัติ มวล และพลังงาน ของสาร เมื่อสารเปลี่ยน สถานะและ เกิดการละลาย	- ความสามารถในการละลาย ของสาร - การละลายของสารในตัวทำ ละลายที่ต่างกัน ความเข้มข้นของสารละลาย - การบอกค่าความเข้มข้น ของสารละลาย	4. ทดลองและอธิบายการละลาย ของสารในตัวทำละลาย ที่แตกต่างกัน 5. อธิบายค่าความเข้มข้น ของสารละลาย
3. ทดลองและอธิบาย ปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนสถานะและ เกิดการละลาย มาตรฐาน ว 8.1	- การคำนวณความเข้มข้น ของสารละลายเป็นร้อยละ พลังงานกับการละลายของสาร - พลังงานกับการละลายของสาร บางชนิด ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย ของสาร - ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย ของสาร	6. ทดลองและอธิบายวิธีเตรียม สารละลายที่มีความเข้มข้น เป็นร้อยละ 7. การคำนวณความเข้มข้น ของสารละลายเป็นร้อยละ 8. ทดลองและอธิบาย การเปลี่ยนแปลงสมบัติ มวลและ พลังงานของสาร เมื่อเกิดการละลาย 9. อธิบายการเปลี่ยนแปลงประเภท คู่พลังงาน คายพลังงาน และ การถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบ กับสิ่งแวดล้อม 10. ทดลองและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อ การละลายของสาร

จากตารางที่ 1 วิเคราะห์มาตรฐาน/ ตัวชี้วัด ว 3.2 ประกอบด้วยตัวชี้วัดจำนวน 3 ข้อ และมาตรฐาน ว 8.1 หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย ประกอบด้วยสาระการเรียนรู้ จำนวน 5 เรื่อง ได้แก่ 1) สมบัติและองค์ประกอบของสารละลาย 2) การละลายของสารในตัวทำละลาย 3) ความเข้มข้นของสารละลาย 4) พลังงานกับการละลายของสาร และ 5) ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 10 ข้อ

การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 7) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบที่ประกอบด้วย การกำหนดจุดมุ่งหมายและวิธีการประเมินผล การสร้างเครื่องมือ และดำเนินการตามที่วางแผนไว้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2 การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อภิญา เคนบุปผา (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร ในด้านความรู้ ด้านความคิดเชิงสรุป และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง “สารและสมบัติของสาร” มีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับปานกลาง ด้านความคิดเชิงสรุปหลังเรียนสูงกว่าระดับพอใช้ และด้านทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าระดับดี

ภฤดา เลียบสูงเนิน (2550, หน้า 73-75) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มร่วมมือแบบ STAD เรื่องสารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนกำแพง อำเภออุทุมพรพิสัย จังหวัดศรีสะเกษ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศรีสะเกษ เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวนนักเรียน 45 คน จากห้องเรียน 1 ห้อง ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มร่วมมือแบบ STAD เรื่องสารและสมบัติของสาร ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.36/81.50 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มร่วมมือแบบ STAD เรื่อง สารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับมาก

พวงพิศ ศิริพรหม, พูนสุข อุดม และอานอบ คันทะชา (2551, บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนผังมโนคติ พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเขียนผังมโนคติ ชุดที่ 1 สารและสาร มีคุณภาพ 80.50/83.00 ชุดที่ 2 สมบัติของสาร มีคุณภาพ 82.00/83.00 ชุดที่ 3 การจำแนกสารเป็นหมวดหมู่ มีคุณภาพ 81.00/83.00 และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิด อย่างมีวิจารณญาณ และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ และการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่มร่วมมือแบบ STAD ซึ่งผลการวิจัยส่วนใหญ่ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องสารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

วัฏจักรการเรียนรู้ 7E

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียน สามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ซึ่งต้องอาศัยทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมาย ด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่งไม่เน้นการสอน แบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้น ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่า ผู้เรียน มีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว ผู้ศึกษาค้นคว้าได้ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ ดังนี้

ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง เป็นรูปแบบกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้น ขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งไม่เน้นการสอน แบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียน มีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

Renner and Stafford (1973, p. 19) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง รูปแบบ การทำงานที่บุคคลใช้เพื่อดำเนินการเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งบุคคลจะใช้กระบวนการสังเกต การวัด ตีความหมายของข้อมูล ทดลอง ทำนายผล และสร้างรูปแบบทางวิทยาศาสตร์เพื่อทำงานดังกล่าว

Lawson (1995, p. 424) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ ที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้คิดค้นขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)

ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่า หรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับรู้วิชาต่าง ๆ จากครู หากแต่ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยมีความเชื่อว่านักเรียนมีวัฏจักรการเรียนรู้อยู่แล้ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548 ก, หน้า 13) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้เป็นการเรียนการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้และการเรียนจากกลุ่ม จัดเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันไปในลักษณะการเรียนรู้แบบวัฏจักร หรือการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

กรมวิชาการ (2546 ก, หน้า 80) ได้ให้ความหมายของวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือนำไปประยุกต์ใช้อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ

กิตติชัย สุชาลีโนบล (2541, หน้า 33) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้หมายถึงกระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่สามารถตอบสนองความต้องการและพัฒนาการทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึก การรับรู้ ประสบการณ์ ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิด และการกระทำเพื่อสร้างงานแห่งการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

กล่าวโดยสรุป วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาคิดค้นขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ แบบวัฏจักร โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ซึ่งอธิบายว่าพัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและ ซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาพให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้าง

ทางปัญญา Piaget มีความเชื่อว่า คนทุกคนจะมีพัฒนาเขาว่าปัญญาเป็นลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์ กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม วุฒิภาวะและกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น (ทิสนา แคมมณี, 2553, หน้า 90-91)

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง โดยผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาหรือเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น ซึ่งเป็นสถานะที่ประสบการณ์ใหม่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้เรียนต้องพยายามปรับข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีอยู่เดิม แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ (พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และเพียว อินดีสุข, 2551, หน้า 24)

Slavin (1994, pp. 224-225) กล่าวว่า แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาที่ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ของตนเองโดยพยายามค้นพบความรู้จากการตรวจสอบข้อมูลที่ขัดแย้งกับความรู้เดิม กระบวนการสร้างความรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่องทั้งการดูดซึมและการปรับขยายข้อมูลกลายเป็นความรู้ใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น

การสร้างความรู้เป็นกระบวนการเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิม ซึ่ง Atkinson and Shiffrin (1968 cited in Mintzes et al., 1977, p. 421) เสนอขั้นตอนของการสร้างความรู้ ดังนี้

1. เริ่มจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การสัมผัสและต้อง การได้ยิน การมองเห็น การดมกลิ่น และการชิมรส ข้อมูลต่างๆ ที่ผู้เรียนใส่ใจจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ความจำระยะสั้นอย่างรวดเร็ว กระบวนการที่ข้อมูลจะถูกเก็บเข้าไปในความจำระยะสั้นมี 2 อย่าง คือ การรู้จักและการใส่ใจ
2. การเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว การจัดเก็บความรู้เกี่ยวข้องกับ การกระตุ้นมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องในความจำระยะยาวและมโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นนี้จะลดความยาวของเครือข่ายมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องลง มโนทัศน์ที่ถูกกระตุ้นก็จะถูกเรียกเข้าสู่ความจำระยะสั้น
3. การเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่ได้จากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสกับข้อมูลที่เป็นความรู้เดิม ในการเชื่อมโยงข้อมูลนั้น ต้องมีการเรียกคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยการเชื่อมโยงนั้น เป็นการอธิบาย การแปลความหมาย การประเมิน การเปรียบเทียบ และการโต้แย้งข้อมูลใหม่กับความรู้เดิมทำให้เกิดการดูดซึมและการปรับโครงสร้างทางความคิด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E เน้นขั้นตอนทบทวนความรู้เดิมหรือสภาวะประสบการณ์เดิม แล้วกระตุ้นให้นักเรียนนั้นเกิดความสงสัยหรือเกิดปัญหาใหม่

เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ใหม่ เริ่มเกิดความไม่สมดุลทางความคิด แล้วใช้กระบวนการสำรวจค้นหาเพื่อหาคำตอบและปรับสมดุลทางความคิด อีกทั้งนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงและแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความคงทนและยาวนาน เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (Eisenkraft, 2003, pp. 57-59)

การทบทวนความรู้เดิมเป็นการให้ผู้เรียนเรียกใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม รวมทั้งเจตคติที่ได้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และถูกบันทึกไว้มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือเรียนรู้สิ่งใหม่ ซึ่งจะเชื่อมโยงโมทัศน์ใหม่เข้ากับความรู้และประสบการณ์เดิมนั้น ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนหรือขยายโครงสร้างความรู้ และมีความคงทนของความรู้ยิ่งขึ้น ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการทบทวนความรู้เดิมสรุปได้ดังนี้

1. การทบทวนความรู้เดิมจะทำให้ผู้สอนได้รับรู้ถึงความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วนำมาวางแผนการสอน
2. ผู้เรียนสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทาง
3. แม้ว่าผู้เรียนจะมีความรู้เดิมที่แตกต่างกัน แต่การทบทวนความรู้เดิมโดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงข้อสรุปกลายเป็นความรู้เดิมเดียวกันและเป็นการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกของความเป็นจริงภายนอกกับในห้องเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget โดยเมื่อผู้เรียนได้รับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่ ๆ จะเกิดการซึบซาบเข้าสู่โครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ แต่ถ้าโครงสร้างทางความคิดที่มีอยู่ไม่สอดคล้องกับประสบการณ์หรือข้อมูลนั้น ๆ จะทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล จากนั้นผู้เรียนจะค่อย ๆ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางความคิดเข้าสู่ภาวะสมดุลอีกครั้ง นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอน 7E นั้นเน้นที่ขั้นตอนของการทบทวนความรู้เดิม และขั้นตอนของการขยายความรู้ เพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียนสมบูรณ์ขึ้น

ความเป็นมาของวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

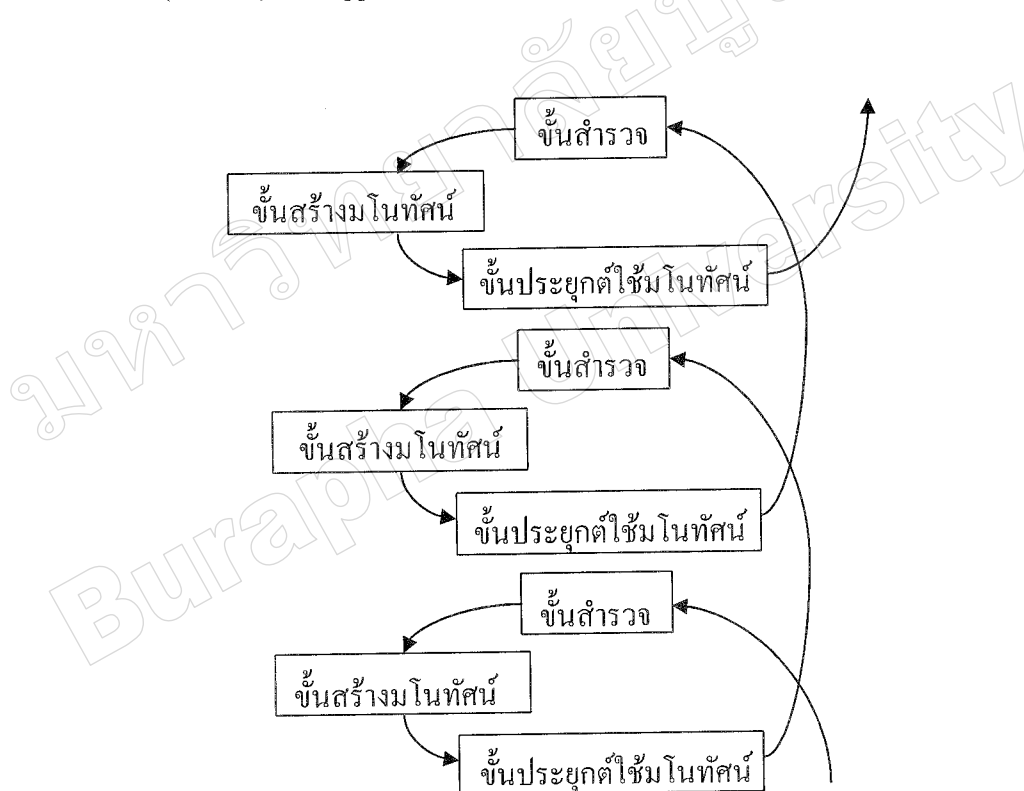
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ซึ่งเป็นวงจรการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่ได้รับการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ ตามลำดับดังนี้

Karplus (1967 cited in Lawson, 1995, pp. 134-139) ได้นำเสนอรูปแบบวงจรการเรียนรู้ เพื่อใช้ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (Science Curriculum Improvement Study Program: SCIS) ซึ่งมีกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นสร้าง

3. ขั้นค้นพบ

วงจรการเรียนรู้ที่ Karplus นำเสนอนั้นมีครูจำนวนมากยังไม่เข้าใจใน 2 ขั้นตอนหลังคือ ขั้นสร้างและขั้นค้นพบ ดังนั้น Barman and Kotar (1989) ได้ปรับปรุงให้เป็นขั้นสำรวจ ขั้นแนะนำ โนทัศน์ และขั้นประยุกต์ใช้ โนทัศน์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำ โนทัศน์ เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ ด้วยเหตุผลที่ว่า ครูสามารถแนะนำหรืออธิบายคำสำคัญ หรือนิยามศัพท์ เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มิใช่แนะนำ โนทัศน์ ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนจะต้องเป็นผู้ค้นพบ โนทัศน์ด้วยตนเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เช่น Carin (1993) ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ ส่วน Abruscato (1996) ได้ปรับเปลี่ยนเป็นขั้นได้มา ชึ่งมโนทัศน์ (Lawson, 1995, pp. 134-139)

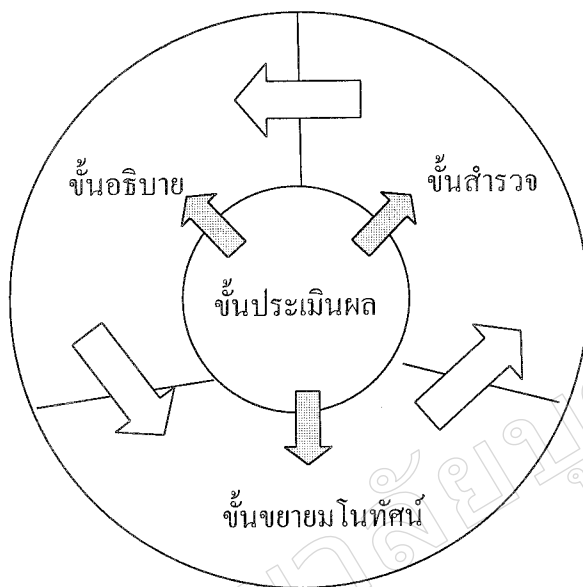


ภาพที่ 3 วงจรการเรียนรู้ของ Karplus (1967 cited in Lawson, 1995, p. 138)

Martin and Etal (1994, p. 193) ได้ปรับปรุงวงจรการเรียนรู้ของบาร์แมน ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ
2. ขั้นอธิบาย
3. ขั้นขยายมโนทัศน์

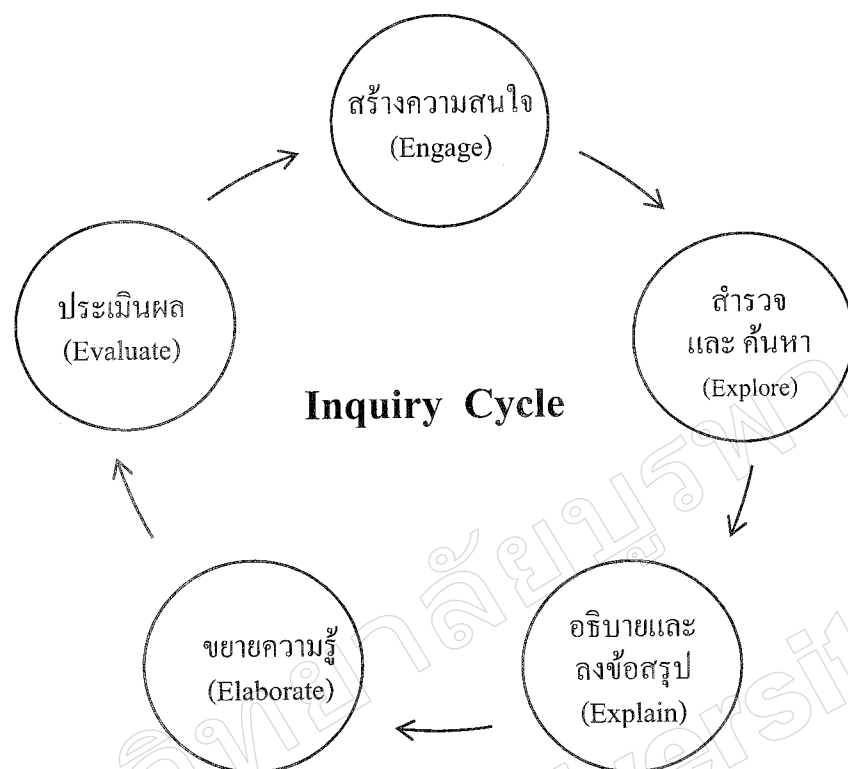
4. ชั้นประเมินผล



ภาพที่ 4 วงจรการเรียนรู้ของ Martin and Etal (1994, p. 193)

ต่อมา Bybee and Etal (1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165) นักพัฒนาหลักสูตรจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและจัดทำหลักสูตรชีววิทยา (Biological Science Curriculum Study: BSCS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนสร้างความสนใจ ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจค้นหา เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบปัญหา ดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัตถุทดลอง และรวบรวมข้อมูล
3. ขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์และจัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนในการประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่
5. ชั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน



ภาพที่ 5 วงจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS (สสวท., 2548 ข, หน้า 6)

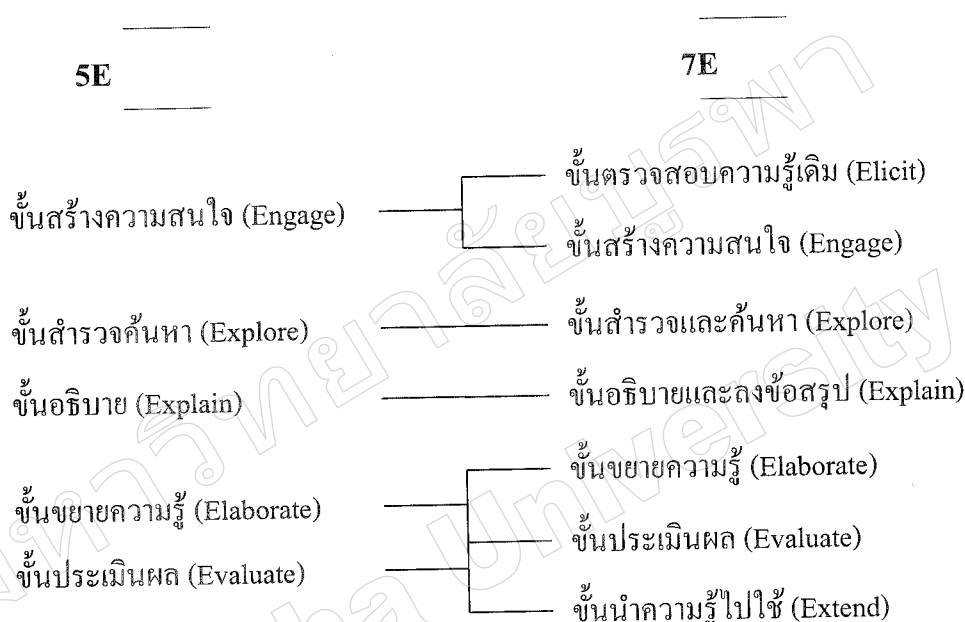
Miami Museum of Science (2001) ได้พัฒนางจรการเรียนรู้แบบ 5E ของ BSCS เป็น 7E ประกอบด้วย

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Excite) เป็นขั้นตอนในการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ให้ผู้เรียนได้เกิดปัญหา
2. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนในการดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้น และรวบรวมข้อมูล ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อหาคำตอบ หรือแก้ปัญหา
3. ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลและจัดกระทำข้อมูล อภิปราย และสรุปผลการทดลอง
4. ขั้นขยายความรู้ (Expand) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความรู้ไปสู่สถานการณ์อื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกัน
5. ขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนขยายความคิดรวบยอด ไปเชื่อมโยงกับความรู้อื่น ๆ
6. ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันทั้งในห้องเรียนและการใช้อินเตอร์เน็ต

7. ขั้นประเมินผล (Examine) เป็นขั้นตอนในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

Eisenkraft (2003, pp. 57-59) ได้พัฒนารูปแบบของ BSCS จาก 5 ขั้นตอนเป็น 7 ขั้นตอน

Eisenkraft ให้เหตุผลว่าขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็นขั้นตอนที่ยังไม่ต่อเนื่อง จึงเพิ่มขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้อีกสองขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) และขั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การขยายวงจรการเรียนรู้แบบ 5E เป็น 7E (Eisenkraft, 2003, p. 57)

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicit) ครูจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมหรือการทบทวนความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่
2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ครูจัดกิจกรรมเพื่อสร้างความสนใจ กระตุ้น ชวนให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กิจกรรมอาจเป็นการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การสาธิต ข่าวหรือสถานการณ์ เหตุการณ์ ฯลฯ ซึ่งก่อให้เกิดความขัดแย้งกับสิ่งที่นักเรียนเคยรู้ กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถาม กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
3. ขั้นสำรวจค้นหา (Explore) ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และให้นักเรียนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและรวบรวมข้อมูล โดยการวางแผนการสำรวจตรวจสอบลงมือปฏิบัติ เช่นการสังเกต วัด ทดลอง และรวบรวมข้อมูล

4. **ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลมาวิเคราะห์ จัดกระทำข้อมูลในรูปตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ ให้เห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปผลและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงหลักการและวิชาการประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล มีการอ้างอิงหลักฐานชัดเจน นอกจากนี้ครูยังมีหน้าที่จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิด ด้วยตัวของนักเรียนเอง ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน เหตุผลประกอบการอธิบาย

5. **ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)** ครูกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ นิยาม คำอธิบายและทักษะไปสู่สถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่มีอยู่ในการตอบคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหาตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา และออกแบบการทดลอง

6. **ชั้นประเมินผล (Evaluate)** เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีทั้ง การประเมินการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนและการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนที่นักเรียน จะขยายความคิดรวบยอดและค้นพบปัญหาใหม่ โดยครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน

7. **ชั้นขยายความคิดรวบยอด (Extend)** ครูส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หรือหัวข้อที่นักเรียนได้เรียนแล้วไปสู่ความคิดรวบยอดหรือหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องและกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดปัญหาใหม่

บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

การนำรูปแบบการเรียนการสอน 7E ไปใช้ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับ ความรู้ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทครูและบทบาท นักเรียนเพื่อช่วยให้การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครู และนักเรียนในการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E สรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

(Bybee et al., 1990 cited in Lawson, 1995, pp. 164-165)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1. ขั้นทบทวน ความรู้เดิม (Elicit)	1. ถามคำถามเพื่อทดสอบความรู้เดิมของ นักเรียน 2. อธิบายความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับ ความรู้ใหม่ที่นักเรียนจะเรียน	1. ตอบคำถามและแสดงความคิดเห็น ที่มีต่อสถานการณ์ สื่อการสอนหรือ ข้อมูลต่าง ๆ 2. แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ในชั้นเรียน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
2. ขั้นสร้าง ความสนใจ (Engage)	1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ นักเรียนรู้หรือความคิดเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ	1. ตอบคำถาม คิดและตั้งคำถามจาก สถานการณ์ สื่อการสอนหรือข้อมูล ต่าง ๆ ด้วยความสนใจและ อยากรู้ 2. แสดงความสนใจ
3. ขั้นสำรวจ ค้นหา(Explore)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกัน ในการสำรวจคำตอบ 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกัน ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3. ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจ ตรวจสอบของนักเรียน 4. ให้อิโณนักเรียนในการคิดข้อสงสัย ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขต 2. ลงมือปฏิบัติโดยการ ตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน 3. พยายามหาทางเลือก ในการแก้ปัญหาและอภิปราย ทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น ๆ 4. บันทึกการสังเกตและ ให้ข้อคิดเห็น 5. ลงข้อสรุป
4. ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป (Explain)	1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิด รวบยอดหรือแนวคิดหรือให้คำจำกัด ความด้วยคำพูดของตนเอง 2. ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3. ให้นักเรียนอธิบายให้คำจำกัดความ และชี้บอกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ 4. ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิม ของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย ความคิดรวบยอด	1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบ ที่เป็นไปได้ 2. ฟังคำบรรยายของคนอื่นอย่างคิด วิเคราะห์ 3. ถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่คนอื่น ได้อธิบาย 4. ฟังและพยายามทำความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบาย 5. อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติ มาแล้ว

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
5. ขยายความรู้ (Elaborate)	- คาดหวังให้นักเรียนได้ใช้ประโยชน์จากการสืบค้นส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความและการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว - ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เรียนมาแล้ว - ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่ พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามนักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร	- ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย - นำการสืบค้นส่วนประกอบต่างๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความคำอธิบาย และทักษะไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามคำถาม กำหนดจุดประสงค์ในการแก้ปัญหา ตัดสินใจและออกแบบการทดลอง - ลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากหลักฐานที่ปรากฏ - บันทึกการสังเกตและอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ
6. ประเมินผล (Evaluate)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะ กระบวนการ	- ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐานและคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ ด้วยตนเอง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ขั้นตอน การจัดการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	5. ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไม นักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร	4. ถามคำถามที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจ ตรวจสอบต่อไป
7. ขยาย ความคิดรวบยอด (Extend)	1. สร้างสถานการณ์ที่โยงไปสู่ สถานการณ์ที่มีความซับซ้อน หรือ สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวัน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยง ความรู้กับความรู้อื่น ๆ	1. นำความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ ใหม่ เพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

กัทธิชนันท์ รัตนพงศ์ศักดิ์ (2550, หน้า 48-79) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนนาโพธิ์พิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาบุรีรัมย์ เขต 4 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม โดยใช้เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น จำนวน 8 แผน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏว่าแผนการจัดกิจกรรมการมีประสิทธิภาพ 82.79/82.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.85 และนักเรียนที่เรียนโดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ไปแล้ว 2 สัปดาห์สามารถจดทบทวนความรู้หลังเรียนได้ร้อยละ 99.31 ซึ่งไม่แตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

รุจภา ประถมวงษ์ (2551, หน้า 79) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (SE) กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

(7E) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโนนงามศึกษา จำนวน 27 คน และนักเรียนโรงเรียนบ้านนาเพียง จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 แผน ใช้เวลา 25 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ 3) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.06/6.66 และ 85.22/79.33 ตามลำดับ 2) ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เท่ากับ 0.5970 และ 0.6361 ตามลำดับ 3) นักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และนักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สูงกว่านักเรียนที่ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุวคนธ์ ผ่านสำแดง (2552, หน้า 67) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่องอาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนแก่งเปราะราษฎร์นิยม ตั้งกวดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 จำนวน 18 คน จาก 1 ห้องเรียน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น จำนวน 6 แผน ทำการสอนแผนละ 3 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่องอาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 85.05/83.88 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7279 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง อาหารและสารอาหาร โดยรวมอยู่ในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Billings (2002, p. 840) ได้ศึกษาการประเมินการเรียนรู้ โดยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสืบเสาะพื้นฐานในวิชาฟิสิกส์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 28 คน จุดประสงค์ของการวิจัย เพื่อประเมินความสำเร็จทั่วไปในการเรียน การตอบสนองต่อการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ และความสำเร็จในการทำงาน จากการทดสอบในบทเรียนพบว่ามากกว่า ร้อยละ 75 สามารถทำได้และมากกว่าร้อยละ 56 มีความสนใจในการเรียนจากการเขียนตอบ ร้อยละ 75 นักเรียนมีความชอบสนุกกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ร้อยละ 10 มีความพึงพอใจในการเรียน และร้อยละ 32 ไม่พึงพอใจกับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ จากการสำรวจพบว่า ร้อยละ 66 เห็นด้วยและตอบสนองต่อการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ จากการทดสอบวัดนักเรียนในห้องแล้วหาค่าเฉลี่ยพบว่านักเรียนทำคะแนนได้ในระดับเท่ากันถึง ร้อยละ 85 จากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้

Ebrahim (2004, p. 1232-A) ได้ศึกษาเพื่อตรวจสอบผลการสอน 2 วิธี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานระดับประถมศึกษาในประเทศคูเวต โดยใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมและวิธีการสอนสืบเสาะแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4E ทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 111 คน จาก 4 ห้องเรียน กลุ่มทดลองจำนวน 56 คน ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ ส่วนกลุ่มควบคุม จำนวน 55 คน ได้รับการสอนแบบวิธีดั้งเดิม ระยะเวลาในการศึกษา 4 สัปดาห์ โดยครูผู้หญิง 1 คน สอนนักเรียนชายทั้ง 2 กลุ่ม และครูผู้หญิงอีก 1 คน สอนนักเรียนหญิงทั้ง 2 กลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวัด คือ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ วัดก่อนและหลังเรียนผลการศึกษพบว่า วิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4E นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่าวิธีการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะต่าง ๆ ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการเรียนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยส่วนใหญ่พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยคุณลักษณะต่าง ๆ สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

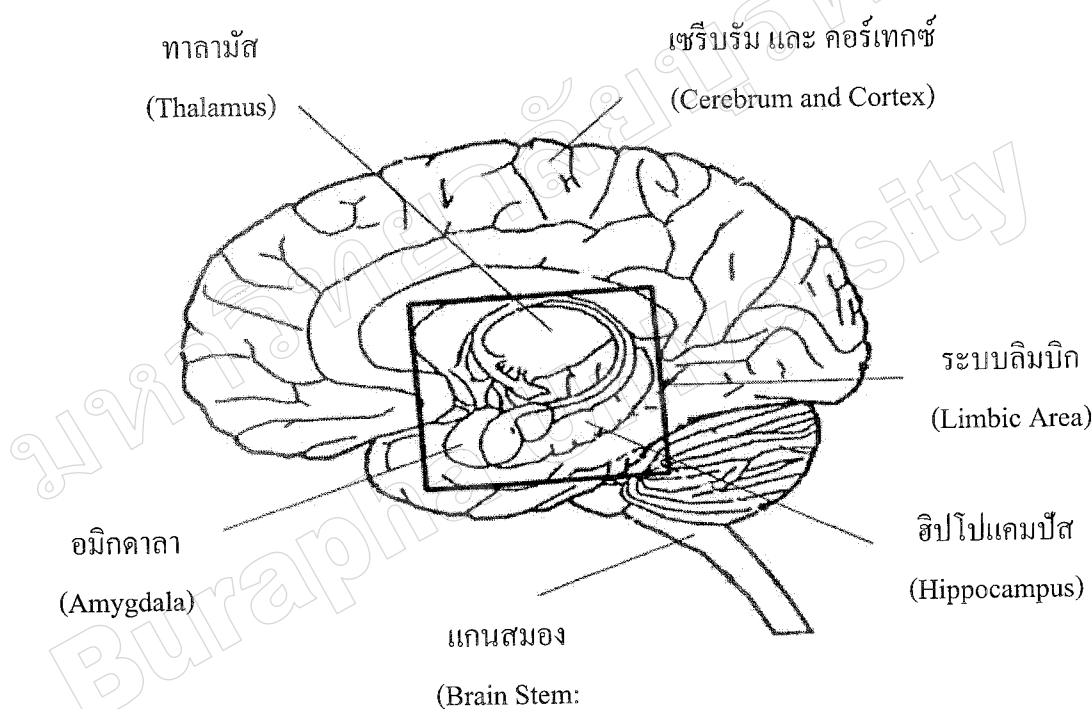
การเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐานเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกิดจากการพัฒนาด้านชีววิทยา (Biological Science) ด้านประสาทวิทยา (Neuroscience) และวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญญา (Cognitive Science) และการทำงานของสมอง เพื่อต้องการทราบว่าสมองเรียนรู้ได้อย่างไร โดยในแง่ของด้านชีววิทยาทำให้ทราบถึงวิวัฒนาการของสมองมนุษย์จากระดับเริ่มต้นจนถึงระดับสูงสุด ทั้งนี้เพื่อการปรับตัวในการตอบสนองต่อสิ่งที่ท้าทายต่าง ๆ เพื่อให้มนุษย์สามารถอยู่รอดได้ ส่วนในด้านประสาทวิทยา ผลจากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีและการแพทย์ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของสมองจนถึงระดับเซลล์ทำให้ทราบกระบวนการทำงานของสมองและการแสดงพฤติกรรมของมนุษย์ ส่วนวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับปัญญาทำให้เกิดความเข้าใจในด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ เช่น แรงจูงใจ การจดจำและการคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับศาสตร์ทั้งสามด้านนี้ทำให้เกิดความรู้ในลักษณะสหวิทยาการที่นำไปสู่ความเข้าใจที่น่าสนใจและท้าทายในการกำหนดแนวทางการจัดการศึกษาที่อาศัยความเข้าใจการทำงานของสมองมนุษย์มาปรับใช้ในการจัดการศึกษา (อลิศรา ชูชาติ, 2549, หน้า 150-151)

โครงสร้างและหน้าที่ของสมอง

เซลล์สมองของมนุษย์โดยเฉลี่ยมีประมาณ 1 แสนล้านเซลล์ สามารถสร้างเชื่อมโยงทำงานเป็นเครือข่ายได้ถึง 1 พันล้านวงจร (10 ล้านถึง 15 หรือ 1 แล้วมี 0 จำนวน 15 ตัว หรือ 1,000,000,000,000,000) เซลล์สมองถ้าได้มีการเชื่อมโยงก็จะยังคงอยู่ ถ้าไม่มีการเชื่อมโยงเซลล์เลยก็จะตายไป ถ้าเชื่อมโยงแล้วมีการใช้ซ้ำก็จะแข็งแรง เชื่อมโยงได้เร็วขึ้นเรื่อย ๆ ตามจำนวนครั้งที่ใช้เปรียบเทียบเหมือนทุ่นหญ้าใหญ่กว้างขวาง ถ้าเชื่อมโยงก็จะมีทางเป็นแนวจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเป็นรูปร่างที่มีความหมายขึ้นมามีคนเดินมาก ทางก็ยิ่งชัดขึ้นใหญ่ขึ้น เดินได้ง่ายขึ้น ถ้าไม่เคยมีใครเดินเลยก็จะรกร้าง ไม่มีความหมายใช้งานไม่ได้ ถ้าใช้ครั้งเดียวแล้วไม่ใช้อีกเลยเส้นทางนั้นก็จะเลือนหายไป ซึ่งแบบแผนวงจรทางเดินนี้แหละที่สมองเก็บข้อมูล จำข้อมูล คิดและบันทึกไว้ได้ยาวนาน โดยโครงสร้างของสมองแบ่งส่วนต่าง ๆ ดังนี้

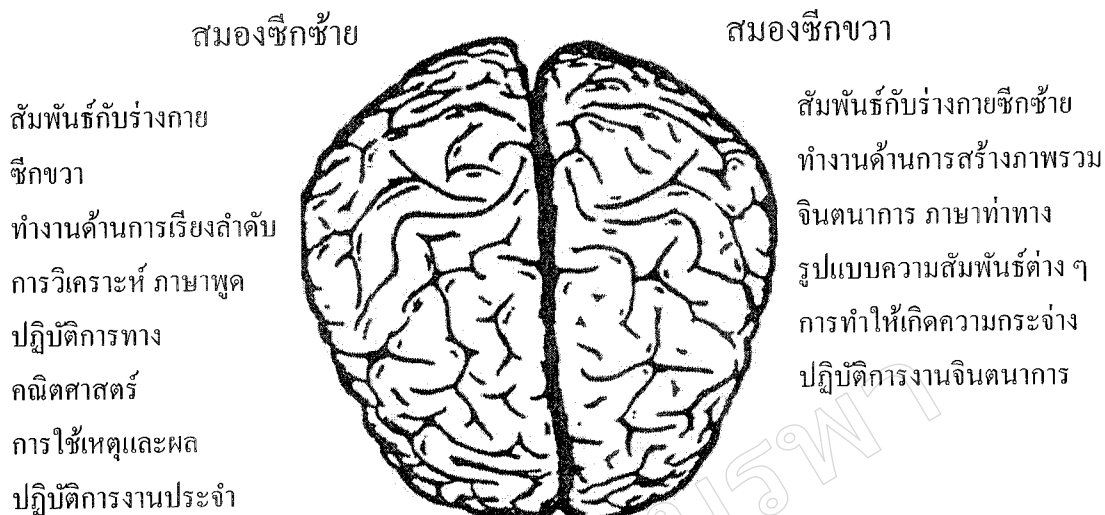
1. ลิมบิก (Limbic) เป็นสมองส่วนใหญ่มีระบบการทำงานเกี่ยวกับความอยู่รอด ทำให้มนุษย์ตอบสนองกับสิ่งแวดล้อมได้ทันทีทันใด ช่วยให้มีชีวิตอยู่รอดเรียนรู้ความจำเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกับสัตว์ต่าง ๆ ที่ปรับตัวเข้ากับความเป็นจริงในชีวิตให้อยู่ได้ โดยมีส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) ทาลามัส (Thalamus) เป็นส่วนรับรู้รับข้อมูลที่ผ่านประสาทสัมผัสทั้งหมด ผ่านเส้นแกนสมองทาลามัสจะตรวจดูว่าข้อมูลที่ได้รับมาเป็นเรื่องความเป็นความตายหรือไม่ ถ้าเป็นก็ส่งคำสั่งให้ร่างกายตอบสนองทันที เช่น เห็นเสือ ต้องวิ่งหนี 2) อมิกดาลา (Amygdala) ส่วนนี้จะโยงความรู้สึก เข้ามาเกี่ยวกับข้อมูล ถ้ารู้สึกกลัว รู้สึกว่าทำไม่ได้ สมองก็จะกั้นข้อมูลไว้ ไม่ส่งผ่าน

ไปยังการเรียนรู้ และ 3) ฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมส่งข้อมูลไปยังส่วนการเรียนรู้ความจำระยะยาว โดยการตรวจสอบว่าข้อมูลการเรียนรู้ ที่ดำเนินการอยู่สัมผัสได้ และมีความหมายหรือไม่ ถ้าสัมผัสได้และมีความหมายก็จะดำเนินการเรียนรู้แล้วส่งไปเก็บในความจำระยะยาว ถ้ามีความหมายต่ำ สัมผัสได้ไม่ดีก็เก็บไว้ชั่วคราว หรือทิ้งไปเลย เช่น ดูหมายเลขโทรศัพท์แล้วสั่งอาหาร สั่งเสร็จเราก็จำไม่ได้เลย ดูเมนูอาหารสั่งแล้วก็จำอะไรไม่ได้ว่ามีอะไรบ้าง แต่ถ้าเป็นการเรียนรู้ที่ซับซ้อน ข้อมูลก็จะถูกส่งออกไปยังสมองส่วนนอกที่ทำงานเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ภาพตัดขวางของสมอง แสดงการทำงานของสมองส่วนในระบบลิมบิก

2. สมองส่วนนอก เรียกว่า เซรีบรัม และคอร์เทกซ์ (Cerebrum and Cortex) เป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่คิด พูด เล่นดนตรี สมองส่วนนอกนี้คือส่วนที่เราเห็นเป็นก้อนหยัก ๆ สีเทา ๆ การทำหน้าที่จะแบ่งเป็นส่วน ๆ และยังแบ่งเป็นซีกอีกด้วย ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 8 การทำงานของสมองส่วนบนซีกซ้ายและขวา บริเวณเซรีบรัม และคอร์เทกซ์

สมองซีกซ้ายจะมีความสัมพันธ์กับร่างกายด้านขวา ทำหน้าที่เรียนรู้เกี่ยวกับ การเรียงลำดับ การวิเคราะห์ ภาษาพูด การปฏิบัติทางการคณิตศาสตร์ การใช้เหตุและผล และ ปฏิบัติการที่เป็นงานประจำ สมองซีกขวาซึ่งจะสัมพันธ์กับร่างกายด้านซ้าย ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ด้านการมองภาพรวม จินตนาการ แปลงภาษาออกเป็นท่าทาง ปฏิบัติการเกี่ยวกับคำสั่งต่าง ๆ การเกิดความกระฉับต่าง ๆ และการปฏิบัติการในระดับเป็นละครเป็นความคิดสร้างสรรค์ต่าง ๆ กล่าวโดยสรุปก็คือ ด้านซ้ายทำงานด้านเหตุผลความเป็นจริง ด้านขวาทำงานด้านจินตนาการ สร้างสรรค์ อย่างไรก็ตามผลการวิจัยนำเสนอว่า สมองสองซีกทำงานร่วมกัน ถ้าสมองด้านใด เสียหายไม่ทำงาน อีกซีกจะทำงานแทนทันที ในสภาวะปกติสมองจะทำงานโดยมีส่วนหนึ่งเป็นหลัก ในการทำงานเสมอ

การเรียนรู้ของสมอง

สมองของคนเป็นสิ่งมหัศจรรย์และซับซ้อน มีลักษณะทางเคมีที่เชื่อมโยงกันอย่างไม่เป็นระเบียบและมีความหลากหลาย และด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ทำให้เรารู้ว่าคนมีการใช้สมองทุกส่วน เพียงแต่ยังไม่รู้จักใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเท่านั้น สมองถูกออกแบบมาเพื่อการเรียนรู้ เพื่อที่จะอยู่รอดเป็นสำคัญ และเพื่อความอยู่รอดนี้แหละที่ทำให้เกิดกระบวนการทำงานของสมอง สมองรับรู้ และเปลี่ยนแปลงตัวเองเพื่อจะมีชีวิต แม้ว่าเซลล์ประสาทในสมองของคนจะตายไปประมาณร้อยละ 20 ในช่วงชีวิต ช้าหรือเร็วต่างกันไป แต่คนเราก็สามารถป้องกันให้สมองของตนเองเสื่อมช้าลงได้ นอกจากนี้สมองยังสามารถสร้างตัวเองใหม่ได้โดยปรับปรุงเซลล์ประสาทที่มีอยู่ด้วยการเพิ่ม

การเชื่อมระหว่างเซลล์ประสาทผ่านกิ่งก้านหรือใยรับกระแสประสาท (Dendrites) ยังมีการเชื่อมต่อกันมากเท่าใด สมอ่งยิ่งทำงานได้ดีขึ้นเท่านั้น การสร้างจุดเชื่อมต่อใหม่นี้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกวัย ซึ่งวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพคือ การใช้ ความคิด เพราะทุกครั้งที่เราคิดสมอ่งจะสร้างจุดเชื่อมต่อใหม่เพื่อสื่อสารความคิดนั้น สมอ่งทำงานและเรียนรู้ได้ตลอดเวลาจากสิ่งเร้าภายนอกหรือสภาพแวดล้อมทั้งหมดและในแต่ละช่วงวัยจะมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ใหม่ให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอ่งนับเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เพื่อเด็กไทยจะสามารถพัฒนาศักยภาพได้อย่างเต็มความสามารถและเรียนอย่างมีความสุข ซึ่งการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับสมอ่ง การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมอ่ง คือการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนสอดคล้องกับธรรมชาติการทำงานของสมอ่งที่ถูกออกแบบมาให้เรียนรู้ซึ่งมีความแตกต่างกันในสมอ่งของมนุษย์แต่ละคน สมอ่งของมนุษย์ทุกคนพัฒนาแตกต่างกันแม้กระทั่งสมอ่งของเด็กแฝดก็ยังไม่เหมือนกัน เป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการทำงานของสมอ่งคือ การตระหนักถึง ความแตกต่างดังกล่าว แล้วจัดสภาพแวดล้อมให้สนองต่อการเรียนรู้ที่แตกต่างกันนั้น เราสามารถกระทำได้โดยการให้การยอมรับและส่งเสริมการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียน

สถาบันวิทยาการการเรียนรู้ (2550 ก, หน้า 2-4) ได้เสนอการเรียนรู้ของสมอ่งเพื่อนำไปสู่การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ดังนี้

1. สมอ่งเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีสิ่งจูงใจ สิ่งจูงใจจะชักนำให้สมอ่งสนใจผลิตความรู้และบันทึกข้อมูลในเรื่องที่ต้องการให้เรียนรู้ เป็นการตะล่อมสร้างกรอบให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปตามเจตนารมณ์ของผู้จัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผู้หาสิ่งจูงใจต่าง ๆ นั้นมานำเสนอ ถ้าสิ่งนั้นไม่สามารถจูงใจสมอ่งได้ สมอ่งจะจัดการบันทึกข้อมูลแบบไม่มีคุณภาพหรือ ไม่ยอมบันทึกไว้
2. สมอ่งเรียนรู้ได้ดีเมื่อเรื่อนั้นน่าสนใจ สมอ่งไม่มีความสามารถที่จะจัดการข้อมูลทุกอย่างได้ สมอ่งจึงมีกระบวนการการคัดเลือกคัดกรองเฉพาะสิ่งที่น่าสนใจเท่านั้น เข้าสู่การรับรู้ของสมอ่ง
3. สมอ่งเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีความตั้งใจความตั้งใจเป็นกระบวนการของจิตใจ เป็นสิ่งที่กำกับกระบวนการเรียนรู้ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเราสนใจ เรามักจะมีความตั้งใจด้วย ถ้าเด็กมีเหตุผลเพียงพอ หรือมีเป้าหมายของตนเอง เด็กจะกระตุ้นตัวเอง และขับเคลื่อนให้เกิดความตั้งใจเพื่อดำเนินกระบวนการไปสู่เป้าหมายนั้นอย่างรู้ตัว
4. สมอ่งขับเคลื่อนโดยมีเป้าหมาย สมอ่งของเด็กขับเคลื่อนไปโดยเป้าหมายแรงบันดาลใจทะยานอยากไฝ่ฝัน และการวางแผน ทุก ๆ เป้าหมาย ทุก ๆ ความฝันมุ่งสู่อนาคตของตัวเอง เพราะฉะนั้น การเรียนรู้ที่มีเป้าหมายจึงเป็นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

5. สมอเลือกเรื่องที่จะเรียน สมอเรียนรู้ได้ดีเมื่อตัดสินใจว่าจะเรียนรู้ เช่น เมื่อเด็กตัดสินใจว่าจะหัดขี่จักรยาน หรือจะหัดว่ายน้ำ สมอเรียนรู้ได้ดี มีประสิทธิภาพ

6. สมอไม่เรียนเรื่องไร้เป้าหมาย สมอมักจะดูเชิงซ้ำ ๆ มุ่งง่าม เมื่อสมอรู้สึกรู้ว่าเรื่องที่เรียนนั้นไร้เป้าหมายที่แน่ชัด เช่น เมื่อเรียนเรื่องสมการ หรือ หัดสะกดคำตามที่ครูสอน

7. สมอเรียนรู้ได้ดีเมื่อสมอมีเวลาสร้างความหมายให้ข้อมูล

8. การเรียนรู้ส่วนใหญ่ มักเน้นสอนเนื้อหาจำนวนมากสาละให้แกเด็ก ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้ไม่มีเวลาพอสำหรับสมอเด็กที่จะสร้างความหมายให้แก่ข้อมูลที่รับเข้าไป สมอไม่บันทึกข้อมูลนั้น หรือ บันทึกไว้ในระบบความจำระยะสั้น

พรพิไล เลิศวิชา (2550, หน้า 119) กล่าวว่า สมอจะพัฒนาเต็มตามศักยภาพก็ต่อเมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตรที่เข้าใจสมอ ด้วยแนวคิดที่เข้าใจการทำงานของสมอว่าสมอทุกสมอเรียนรู้ได้ ไม่มีสมอใดถูกออกแบบมาให้โง่ สมอมีระยะพัฒนาการต่าง ๆ กันในแต่ละวัยตามระยะพัฒนาการ เพราะฉะนั้นการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับความต้องการของสมอระยะนั้น สมอทุกสมอของแต่ละคนมีความแตกต่างกัน และในวัย อายุ 5-6 ปี สมอส่วนรับสัมผัสและส่วนเคลื่อนไหวกำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการเรียนการสอนต้องเน้นการพัฒนาระบบการเคลื่อนไหวและระบบรับสัมผัส เด็กวัยประถมศึกษาอยู่ก้ำกึ่งระหว่างการเป็นเด็กเล็กกับเด็กโต การจัดชั่วโมงเรียนต้องมีช่วงพักและมีกิจกรรมเล่นอิสระและชั่วโมง Free Time นอกจากนี้ต้องมีหนังสือและสื่อการสอนที่ออกแบบมาสอดคล้องกับพัฒนาการเคลื่อนไหว การฟัง การมองเห็น การพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็กอย่างเต็มที่ และถือว่า พลศึกษา ดนตรี นาฏศิลป์ ศิลปะ เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาสมอ กระบวนการเรียนรู้พัฒนาในสิ่งแวดล้อมที่มีความปลอดภัย อยู่ในภาวะที่สมอกล้าคิด กล้าลงมือทำ และการประเมินผล ไม่ใช่การตรวจสอบ แต่ทำเพื่อติดตามพัฒนาการของเด็กและช่วยเหลือเด็ก สมอเรียนรู้ได้ดี

การเรียนรู้ของสมอ ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ (2542, หน้า 183) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. โลกภายนอก สิ่งแวดล้อมจะมีอิทธิพลสำคัญต่อการสร้างเส้นใยประสาทและจุดเชื่อมต่อต่าง ๆ ในสมอ

2. สิ่งแวดล้อมในโลกนี้เป็นประสบการณ์ที่มีผลต่อการพัฒนาการของสมอโดยเฉพาะในเรื่องประสาทสัมผัส การเห็น การได้ยิน การสัมผัสรสชาติทั้งหลาย จะมีส่วนสร้างเสริมเครือข่ายเส้นใยประสาทเพิ่มขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงของจุดเชื่อมต่อเส้นใยประสาทต่าง ๆ ในสมอ

3. สมอจะพัฒนาด้วยหลัก Use it or Lose it หมายความว่า ถ้าสมอส่วนนั้นไม่ได้ถูกใช้งานก็จะถูกทำลายไป

แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน

ในปี พ.ศ. 2534 ศาสตราจารย์ทางการศึกษาสองท่าน คือ Renate and Caine (1990, pp. 66-70) แห่งมหาวิทยาลัยแคลิฟอร์เนีย ได้เสนอหลักการ 12 ประการในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สมองเป็นฐาน ดังต่อไปนี้ (อารี สันหลวี, 2550, หน้า 76-77)

1. สมองมีระบบการเรียนรู้ที่ซับซ้อนมากเพราะรวมไปถึงร่างกาย การเคลื่อนไหว ความคิด อารมณ์สิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกัน (The Brain is a Parallel Processor)
2. สมองจะมีการเรียนรู้ได้ถ้ามีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและในสังคม สิ่งแวดล้อม (The Brain/ Mind is Social)
3. สมองจะแสวงหาความหมาย ความเข้าใจจากประสบการณ์ในชีวิตตลอดเวลา (The Search for Meaning is Innate)
4. การแสวงหาความหมายและความเข้าใจในประสบการณ์โดยจัดเป็นหมวดหมู่แบบแผน (The Search for Meaning Occurs Through Patterning)
5. อารมณ์มีส่วนสำคัญในการเรียนรู้ (Emotions are Critical to Patterning)
6. การเรียนรู้ของสมองจะเรียนรู้พร้อม ๆ กันทั้งที่เป็นภาพรวมและที่เป็นส่วนย่อย (The Brain Processes Parts and Wholes Simultaneously)
7. การเรียนรู้ของสมองจะเกิดจากทั้งการตั้งจุดสนใจในเรื่องที่จะศึกษา และเกิดจากสิ่งแวดล้อมที่มีได้ตั้งใจศึกษา (Learning Involves Both Focused Attention and Peripheral Perception)
8. การเรียนรู้จะมีกระบวนการที่รู้โดยรู้ตัว (มีจิตสำนึก) และการรู้โดยไม่รู้ตัว (จากจิตใต้สำนึก) (Learning is Both Conscious and Unconscious)
9. สมองมีความจำอย่างน้อย 2 แบบ คือ ความจำแบบเชื่อมโยงมิติ/ ระยะ ซึ่งบันทึกประสบการณ์ของเรา และความจำแบบท่องจำ ซึ่งเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและทักษะแบบแยกส่วน (There are at Least Two Approaches to Memory: Spatial Memory System, Rote Learning System)
10. การเรียนรู้ของสมองเป็นไปตามพัฒนาการ (Learning is Developmental)
11. การเรียนรู้ที่สูงและซับซ้อนจะเรียนได้ดีในบรรยากาศที่ท้าทายและท้าทายให้เสี่ยง แต่ถ้ามีบรรยากาศเครียดและกดดันมาก ๆ จะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้ (Complex Learning is Enhanced By Challenge and Inhibited By Threat)
12. สมองของแต่ละคนมีความเฉพาะของตน (Each Brain is Unique)

วิทยากร เชียงกุล (2548, หน้า 124-126) ศึกษาทฤษฎีหลักการทำงานของสมองและได้นำไปประยุกต์ใช้รวมทั้งเสนอแนะในการจัดการศึกษา ดังนี้

1. เสนอเนื้อหาโดยใช้ยุทธวิธีการสอนที่หลากหลาย
2. ตระหนักว่านักเรียนแต่ละคนมีความพร้อมในการเรียนไม่เท่ากันเสมอไป ต้องผนวกเอาความรู้และการปฏิบัติ สุขภาพทั้งกายและใจ (การกินอาหารที่ดี การออกกำลังกาย การผ่อนคลายความเครียด) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้
3. พยายามทำให้บทเรียนและกิจกรรมกระตุ้นความสนใจในการหาความหมายของจิตใจ
4. เสนอข้อมูลภายในบริบทใดบริบทหนึ่งเพื่อที่ผู้เรียนจะสามารถบ่งชี้ชุดของแบบแผนได้และสามารถเชื่อมต่อกับประสบการณ์ก่อนหน้านี้ของเขาได้
5. สร้างบรรยากาศในห้องเรียน ที่ส่งเสริมให้นักเรียนและครูมีทัศนคติในทางบวกเกี่ยวกับการเรียนการสอน สนับสนุนให้นักเรียนตระหนักในเรื่องอารมณ์ความรู้สึกของพวกเขาและตระหนักว่าอารมณ์นั้นมีผลกระทบต่อการเรียนรู้ ครูที่มีอารมณ์ดีและอารมณ์ขันจะสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ดี
6. พยายามอย่าสอนข้อมูลเป็นเรื่อง ๆ โดยไม่เชื่อมโยงกับบริบทใหญ่ การสอนแบบแยกส่วนทำให้การเรียนรู้เข้าใจได้ยาก ควรออกแบบกิจกรรมที่ให้สมองทั้งสองซีกมีปฏิสัมพันธ์และสื่อสารถึงกันและกัน
7. วางสื่อการเรียนรู้ไว้รอบห้องเพื่อให้มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ทางอ้อม ควรตระหนักว่าความกระตือรือร้นของครู การทำตัวเป็นแบบอย่างและการชี้แนะเป็นสัญลักษณ์ที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่กำลังเรียน
8. ใช้เทคนิคการจูงใจ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงของบุคคล สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น ผ่านการสะท้อนกลับและการรู้จักความคิดของตัวเอง (Metacognition) เพื่อช่วยให้นักเรียนได้สำรวจการเรียนรู้ของตนเองอย่างมีจิตสำนึก
9. การสอนข้อมูลและทักษะโดยไม่สัมพันธ์กับประสบการณ์ก่อนหน้านี้ของผู้เรียน บังคับให้ผู้เรียนต้องพึ่งพาการจำแบบท่องจำ
10. ใช้เทคนิคที่สร้างหรือเลียนแบบประสบการณ์จริงของโลกและใช้ประสาทสัมผัสที่หลากหลาย
11. พยายามสร้างบรรยากาศตื่นตัวแบบผ่อนคลาย
12. ใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน และให้ผู้เรียนได้แสดงออกตามความถนัดของเขาทั้งด้านการฟัง การจินตนาการเป็นภาพ การปฏิบัติ และอารมณ์

วารุณี มงคลชู (2550, หน้า 50-51) ได้อธิบายหลักการเรียนรู้ของเด็กไว้ว่า เด็กเรียนรู้โดยการค้นพบคำตอบของตนเอง เมื่อถูกถามด้วยคำถามปลายเปิด ตอบได้หลายทางความรู้นำเสนอในรูปการเคลื่อนไหวทางกาย การเสนอเป็นแผนภาพและการเสนอเป็นสัญลักษณ์ การนำเสนอเรื่องใด ๆ ต่อผู้เรียนก็สามารถทำได้ในทุกวัยและถ้าการนำเสนอนี้ตรงกับความสามารถในการรับรู้ โดยครูจะต้องใช้คำถามปลายเปิดตอบได้หลายทางเป็นประจำ ใช้วิธีแสดงออกทั้ง 3 ระดับ ทั้งในการสอนและการทดสอบเพื่อแสดงถึงความแตกฉานของความรู้ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เน้นกระบวนการเรียนรู้ ฝึกฝนการสร้างความคิดรวบยอด และกระบวนการต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการเรียนรู้ที่สูงขึ้น

สถาบันวิทยาการการเรียนรู้ (2550 ก, หน้า 2-4) ได้เสนอการเรียนรู้ของสมองเพื่อนำไปสู่การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ดังนี้

1. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีสิ่งจูงใจ สิ่งจูงใจจะชักนำให้สมองสนใจผลิตความรู้และบันทึกข้อมูลในเรื่องที่ต้องการให้เรียนรู้ เป็นการตะล่อมสร้างกรอบให้กระบวนการเรียนรู้ดำเนินไปตามเจตนาของผู้จัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นผู้หาสิ่งจูงใจต่าง ๆ นั้นมานำเสนอ ถ้าสิ่งนั้นไม่สามารถจูงใจสมองได้ สมองจะจัดการบันทึกข้อมูลแบบไม่มีคุณภาพหรือ ไม่ยอมบันทึกไว้
2. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อเรื่องนั้นน่าสนใจ สมองไม่มีความสามารถที่จะจัดการข้อมูลทุกอย่างได้ สมองจึงมีกระบวนการการคัดเลือกคัดกรองเฉพาะสิ่งที่น่าสนใจเท่านั้น เข้าสู่การรับรู้ของสมอง
3. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีความตั้งใจความตั้งใจเป็นกระบวนการของจิตใจ เป็นสิ่งที่กำกับกระบวนการเรียนรู้ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเราสนใจ เรามักจะมีความตั้งใจด้วย ถ้าเด็กมีเหตุผลเพียงพอ หรือมีเป้าหมายของตนเอง เด็กจะกระตุ้นตัวเอง และขับเคลื่อนให้เกิดความตั้งใจเพื่อดำเนินกระบวนการไปสู่เป้าหมายนั้นอย่างรู้ตัว
4. สมองขับเคลื่อนโดยมีเป้าหมาย สมองของเด็กขับเคลื่อนไปโดยเป้าหมายแรงบันดาลใจทะยานอยากใฝ่ฝัน และการวางแผน ทุก ๆ เป้าหมาย ทุก ๆ ความฝันมุ่งสู่อนาคตของตัวเอง เพราะฉะนั้น การเรียนรู้ที่มีเป้าหมายจึงเป็นการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด
5. สมองเลือกเรื่องที่จะเรียน สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อตัดสินใจว่าจะเรียนรู้ เช่น เมื่อเด็กตัดสินใจว่าจะหัดขี่จักรยาน หรือจะหัดว่ายน้ำ สมองเรียนรู้ได้ดี มีประสิทธิภาพ
6. สมองไม่เรียนเรื่องไร้เป้าหมาย สมองมักจะคุ้ยเขี่ยซ้ำ ๆ มุ่งงำ เมื่อสมองรู้สึกว่าการเรียนรู้นั้นไร้เป้าหมายที่แน่ชัด เช่น เมื่อเรียนเรื่องสมการ หรือ หัดสะกดคำตามที่ครูสอน
7. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อสมองมีเวลาสร้างความหมายให้ข้อมูล

8. การเรียนรู้ส่วนใหญ่ มักเน้นสอนเนื้อหาจำนวนมหาศาลให้แก่เด็ก ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้ไม่มีเวลาพอสำหรับสมองเด็กที่จะสร้างความหมายให้แก่ข้อมูลที่รับเข้าไป สมองไม่บันทึกข้อมูลนั้น หรือ บันทึกไว้ในระบบความจำระยะสั้น

วิโรจน์ ลักษณะอดิสร (2550, หน้า 15-20) ได้เสนอแนวความคิดพื้นฐานของการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไว้ดังนี้

1. หลักในการผ่อนคลาย (Relaxed Alertness) การทำให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวแบบผ่อนคลาย การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนไม่รู้สึกละเหมือนถูกกดดัน แต่มีความท้าทาย ชวนให้ค้นคว้าหาคำตอบ
 2. หลักในการตระหนัก จัดจ่อ (Orchestrated Immersion) การทำให้นักเรียนจดจ่อในสิ่งเดียวกัน การใช้สื่อหลาย ๆ แบบ การยกปรากฏการณ์จริงมาเป็นตัวอย่าง การเปรียบเทียบให้เห็นภาพ การเชื่อมโยงความรู้หลาย ๆ อย่าง การอธิบายปรากฏการณ์ด้วยความรู้ที่ผู้เรียนได้รับ
 3. หลักในการจัดประสบการณ์ที่เป็นกระบวนการอย่างกระตือรือร้น (Active Processing of Experience) การทำให้นักเรียนเกิดความรู้จากการกระทำของตนเอง คือ การให้เด็ก ได้ลงมือทดลอง ประดิษฐ์ หรือเล่าประสบการณ์จริงที่เกี่ยวข้อง
- จากแนวคิดพื้นฐานและทฤษฎีการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานตามที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน หมายถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักการสมองกับการเรียนรู้นบนความคิดพื้นฐาน 3 ด้าน คือ อารมณ์เป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน การเรียนรู้ต้องใช้ทุกส่วน ทั้งการคิด ความรู้สึก และการลงมือปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน จึงเป็นการเรียนรู้ที่ดีที่สุด กระบวนการและลีลานำไปสู่การสร้างแบบแผนอย่างมีความหมาย โดยใช้กระบวนการเรียนพัฒนาผลการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการทำงานของสมอง

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ตามพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองในช่วงวัยรุ่น (ประถมปลาย – มัธยมศึกษาตอนต้น) การเรียนรู้ของสมองจะเริ่มก้าวผ่านระยะของการเรียนรู้ที่ใช้การเทียบเคียง และการถอดรูปแบบความสัมพันธ์ใน Pattern ของข้อมูล เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้แบบวิเคราะห์ (Analytic) สมองจะสร้างความเข้าใจข้อมูลใหม่ ๆ บนฐานความรู้จักข้อมูลเดิม โดยสามารถเรียนรู้ความหมายจากคำนิยามได้ ความสำคัญที่สมอง คือ สามารถโยงแบบแผนของข้อมูลและปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในความทรงจำเกี่ยวกับนิยามนั้นข้าม ไปเชื่อมโยงกับข้อมูลใหม่ นับเป็นการเพิ่มพูนความรู้ใหม่ได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งก้าว

ไปสู่ “นามธรรม” มากขึ้น เพราะการสร้างความรู้ใหม่อาศัยรูปธรรมน้อยลง กระบวนการเช่นนี้ก็คือ “กระบวนการคิด” นั่นเอง

Jensen (2000 อ้างถึงใน พิมพ์ทอง สังข์สุทธิพงศ์, 2555, หน้า 10-11) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานไว้ 5 ขั้นตอน

1. Preparation เป็นการเตรียมสมองเพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้ ผู้สอนอาจจะให้กำลังใจหรือ กระตุ้นผู้เรียนด้วยการอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วและสอบถามความต้องการของผู้เรียน ว่าต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับอะไร

2. Acquisition เป็นการเตรียมสมองเพื่อซึมซับข้อมูลใหม่ สมองจะเชื่อมโยงระหว่าง ข้อมูลความรู้เพิ่มเติมกับข้อมูลใหม่ตามความเป็นจริงอย่างสร้างสรรค์

3. Elaboration ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยการใช้ข้อมูลและข้อคิดเห็นเพื่อสนับสนุนเชื่อมโยง การเรียนรู้และเพื่อตรวจสอบแก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด

4. Memory Formation สมองจะทำงานภายใต้สถานการณ์ที่เกิดขึ้น โดยดึงข้อมูลจาก การเรียนรู้รวมทั้งอารมณ์และสภาพร่างกายของผู้เรียนในเวลานั้นมาใช้แบบไม่รู้ตัว โดยอัตโนมัติ เป็นการสร้างความจำเกิดขึ้นทั้งในขณะที่ผู้เรียนพักผ่อนและนอนหลับ

5. Functional Integration ผู้เรียนจะประยุกต์ข้อมูลเดิมมาใช้กับสถานการณ์ใหม่ พรพิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 148-150) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพนั้น ต้องทำให้สอดคล้องกับ พัฒนาการและการเรียนรู้ของสมอง ประเด็นสำคัญที่จำเป็นต่อกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการทำงานของสมอง มีดังนี้

1. การสำรวจและการลงมือปฏิบัติ เพื่อทำความรู้จักกับสิ่งต่าง ๆ ที่จะเรียนรู้ ถ้าปราศจาก การสำรวจดู สมองจะไม่สามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้เลย

2. การจดจำข้อมูล/ ปรากฏการณ์ จากสิ่งที่ลงมือปฏิบัติการในด้านคุณภาพ จะช่วยให้ สมองสร้างความหมายต่อสิ่งที่สงสัยได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การจับต้อง สังเกต พิจารณาส่งสัยที่สงสัย สงสัย จะช่วยให้สมองพัฒนาประเด็นที่กำลังสงสัยนั้นขึ้นมาเป็นเรื่องราว ซึ่งผู้สอนต้องกำหนด โจทย์ที่ชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบที่มีรายละเอียด มีข้อมูลประกอบอย่างจริงจัง

3. การเปรียบเทียบและการลำดับความต่อเนื่องของปรากฏการณ์ ทุกอย่างในหัวข้อที่ เรียนเป็นสิ่งจำเป็น สมองสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดีโดยผ่านการสำนึกว่า สิ่งต่าง ๆ เป็นอย่างไรเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรือเมื่อเวลาเคลื่อนผ่านจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง

4. การสังเกต จดบันทึก เป็นสิ่งสำคัญเพราะช่วยให้สิ่งที่สมองรับรู้จากการมองเห็น ได้ยินและสัมผัส ได้รับการตกยกลงไปในวงจรภาษา คือการเขียนสิ่งที่สังเกตและสรุปได้ การเขียน

ไม่ใช่การจดตามครูบอก แต่เป็นการบันทึกตามประสาทรับรู้ (Perception) ที่ตัวเองได้มาเองหรือได้มาจากการเปรียบเทียบกับผู้อื่น การจดงานหรือเขียนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ทั้ง ๆ ที่สมองไม่ได้ลงมือทำ ลงมือทดลองเอง หรือสังเกตเอง จะไม่มีประโยชน์อันใดเลย

พรฟิไล เลิศวิชา และอัครภูมิ จารุภากร (2550, หน้า 151-152) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามการทำงานของสมอง ไว้ดังนี้

1. นำเด็กเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ผ่านสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลอง (เล่าเรื่อง, ให้ดูวิดีโอ, ทดลองให้ดู, ไปดูของจริงที่น่าอัศจรรย์หรือประทับใจ) การเรียนรู้ท่ามกลางสถานการณ์จำลองเหล่านี้ เด็กจะรู้ความหมาย (Search for Meaning) และอารมณ์ของเด็กจะถูกขับเคลื่อน (Emotional Brain) เพราะอยู่ในสถานการณ์ทำให้สมองเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องไม่เริ่มจากการสอนนิยาม

2. ฝึกให้สามารถตั้งประเด็นคำถาม และคิดอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้เพื่อให้สมองฝึกฝนและเชื่อมโยงวงจรแห่งความรู้ในสมองหลาย ๆ ทาง เพื่อสร้างจุดเชื่อมต่อ (Synapse) ที่จำเป็นในสมองสำหรับรองรับกระบวนการคิดที่รอบด้าน

3. เมื่อเข้าใจปรากฏการณ์และกระบวนการผ่านการปฏิบัติแล้ว ควรมีการฝึกพูด เขียน แสดงออก ใช้ศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายสิ่งและปรากฏการณ์ ไม่ควรปล่อยให้วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่แห้งแล้ง เปิดโอกาสให้เด็กสัมผัสกับข้อมูลข่าวสาร เรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ที่ท้าทาย ซึ่งเชื่อมโยงกับบทเรียนได้

4. การใช้คำศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ เป็นการทบทวนชุดความเข้าใจ ซึ่งเป็นการใช้วงจรร่างแหของเซลล์สมอง ไม่ใช่จุดตั้งต้นของการอ่าน การสร้างความสัมพันธ์ของวงจรนี้กับการทำงานของสมองหลายส่วนพร้อมกัน (เช่น วงจรภาษา) จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำ สิ่งจำเป็นในการก่อรูปความรู้ ความเข้าใจเชิงนามธรรม โดยการเทียบนิยาม เป็นการพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

5. การรู้จักและสามารถค้นคว้าใช้ประโยชน์ จากแหล่งข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมให้การเรียนรู้น่าสนใจยิ่งขึ้น แต่การส่งเสริมนี้ต้องไม่เน้นการเขียนรายงานที่น่าเบื่อหน่ายมากเกินไป ผู้สอนต้องรู้จักพลิกแพลงยืดหยุ่น

6. สร้างความเชื่อมโยงระหว่างสาระวิชากับชีวิตประจำวัน ชีวิตในท้องถิ่นชุมชน
วิโรจน์ ลักษณะอดิสร (2550) ได้กล่าวว่า การออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพสามารถเชื่อมโยงกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

1. การเรียนรู้อย่างมีความสุข คือ มุ่งให้เด็กสนุก ทำหายที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองและเกิดแรงบันดาลใจในการเรียนรู้ สร้างให้เด็กมีความภาคภูมิใจที่ได้เรียนรู้ เปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกทาง

ในการเรียนรู้ของตนเองตามความถนัด และความสนใจ ทำให้สิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน หรือ เปรียบเทียบได้ในชีวิตประจำวัน เรียนรู้จากง่ายไปหายาก มีลำดับและเชื่อมโยงได้ เน้นให้ เด็ก ๆ ได้ความคิดทั้งคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และใช้จินตนาการและมีโอกาสในการแสดง ความคิดนั้น ๆ แนวการเรียนรู้สอดคล้องกับธรรมชาติ และการประเมินผลต้องมุ่งประเมินผล ในภาพรวมและทำให้เด็กได้ประเมินผลตนเอง

2. การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้ตามแนวคิดและการทำงานของสมอง คือ มีรูปแบบการถ่ายทอดความรู้ คือ เรียนรู้เป็นกลุ่ม การใช้กิจกรรมกลุ่ม กับเพื่อน และครอบครัว การใช้คำถามเป็นสื่อให้คิด การจำลองสถานการณ์ เน้นให้เด็กทำกิจกรรม สร้างผลงาน ให้เด็กใช้ จินตนาการและการสร้างสิ่งแวดล้อมกระตุ้นการคิด

3. การเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด ส่งเสริมให้เด็กมีการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิด สังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดเชิงประยุกต์ การคิดเชิงมนทัศน์ การคิดเชิงกลยุทธ์ การคิดแก้ปัญหา การคิดเชิงบูรณาการ ต้องฝึกให้เด็กได้สังเกต ได้บันทึก ฝึกการนำเสนอ ฝึกการฟัง การตั้งคำถาม การตอบคำถาม การเขียน

4. การเรียนรู้เพื่อพัฒนาสุนทรียภาพ และลักษณะนิสัย ศิลปะ ดนตรี กีฬา เพราะ ดนตรี กีฬา มีส่วนช่วยในการซึมซับถึงสุนทรียภาพในการเรียนรู้ โดยควรมีการสอดแทรก หลักการของ ความเหมือน หลักการของความต่าง การผ่อนคลายอารมณ์ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ความสำคัญ ก็คือ การสร้างความสมดุลระหว่างความท้าทาย ความอยากรู้และความผ่อนคลาย

5. การเรียนรู้เพื่อพัฒนาสุนทรียภาพ และลักษณะนิสัย การฝึกฝนกาย วาจา และใจ ที่ใช้การสอนโดยการใช้อุทาหรณ์ แล้วตั้งคำถามให้เด็กตอบ และสรุปด้วยตนเอง

สถาบันวิทยาการการเรียนรู้ (2550 ข, หน้า 2-4) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สำหรับสมองจะเกิดขึ้นในประสบการณ์การเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

1. สมองเรียนรู้ได้ดีเมื่อสมองรับภาพและเสียงพร้อมกัน

ถ้าสมองรับรู้เสียงพร้อมกับมองเห็นภาพที่สอดคล้องกัน คลื่นเสียงก็จะเปลี่ยน หรือทำให้ สัญญาณอารมณ์ ซึ่งตามมาด้วยการเพิ่มของสารเคมีต่าง ๆ ในสมอง สารเคมีเหล่านี้บางตัวเกี่ยวข้องกับ ระบบการคิดความจำในสมองและมีส่วนทำให้สมองมีประสิทธิภาพมากขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ ภาพและเสียงเป็นข้อมูลที่ดึงดูดและเข้าสู่สมองได้จำนวนมหาศาลในคราวเดียวมากกว่าข้อมูลอื่น ๆ และการใช้ภาพจะช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ได้มาในแง่การสร้างความรู้ความเข้าใจระดับนามธรรม

2. สมอเรียนรูู้ได้ดี เมื่อสมอสร้างแผนภาพความคิด

แผนภาพเป็นการจัดระบบความคิดที่กระจัดกระจายขึ้นมาเป็นระบบ มีจุดเริ่มต้น และจุดลงท้าย มีกระบวนการที่ชัดเจน การคิดเป็นแผนภาพ ทำให้รูปธรรม กลายเป็นนามธรรมได้ แต่ปรากฏออกมาบนกระดาษ เป็นสิ่งที่ดูคล้ายรูปธรรมใหม่อีกครั้ง และเป็นการเสริมเสถียรภาพของวงจรร่างแหเซลล์สมองที่กำลังทำงานคิดอยู่ในขณะนั้น

3. สมอเรียนรูู้ได้ดีเมื่อมีการปฏิบัติ

การลงมือปฏิบัติเป็นการใช้ผัสสะรับรู้ข้อมูลทั้งในรูปของภาพ เสียง สัมผัส ทั้งยังประกอบด้วยประสบการณ์ของเหตุการณ์ต่าง ๆ ยิ่งใช้วงจรร่างแหเซลล์สมองพร้อม ๆ กันมากเท่าใด ความเชื่อมโยงของวงจรก็เกิดขึ้นได้เร็วเท่านั้น และยังใช้วงจรเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างผัสสะพร้อมวงจรความจำหลายมิติ ทำให้ความจำในการเรียนตกผลึกเร็วขึ้น

4. สมอเรียนรูู้ได้ดีเมื่อท่องจำ ทำซ้ำ และฝึกทักษะ

เมื่อเด็กออกเสียง ท่องจำ ลงมือทำซ้ำ ๆ เจ้าของสมอจะได้ยินเสียงตนเอง ได้ลงมือ และได้เห็นสิ่งที่ตนเองทำ สิ่งปรากฏ กลายเป็นข้อมูลย้อนกลับเข้าไปในสมอใหม่ เป็นการเสริมวงจรเซลล์สมองที่มีอยู่ก่อนให้มีเสถียรภาพขึ้น ทำให้จดจำ และเกิดความชำนาญ

5. สมอของเด็กไม่ได้ว่างเปล่า

กระบวนการเรียนรู้ของเด็กไม่ได้เริ่มต้นจากความว่างเปล่า เด็กมีความคิด ความรู้เดิมอยู่แล้วในเกือบทุกเรื่อง แต่ความรู้เดิมอาจอยู่แบบกระจัดกระจาย อาจมีมากหรือน้อย อาจผิดหรือถูก การเรียนรู้ของเด็กเริ่มจากการจัดระเบียบความรู้เดิมที่เด็กมีอยู่ การทำให้เด็กเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เรื่องใดก็ตาม สิ่งที่เราต้องการคือต้องเข้าไปทำความรู้เดิมที่เด็กมีอยู่ เปลี่ยนความเข้าใจผิดให้ถูก เสริมความเข้าใจให้ลึกซึ้ง การสอนไม่ใช่การขัดเขี่ยของใหม่ลงในสมอ โดยไม่รับรู้ว่าสมอคิดอะไรอยู่ก่อน

6. เด็กมีท่วงทำนองการเรียนรู้ต่างกัน

เด็กบางคนเรียนรู้เมื่อได้เห็น หรือเมื่อได้ยิน เด็กบางคนเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้ลงมือปฏิบัติ เด็กบางคนเรียนรู้ได้ดี เมื่อได้ฟังสังเกต

การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพนั้นออกแบบให้สอดคล้องกับสมอของเด็ก ดังนี้

1. เชื่อมโยงสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่กับสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว

การที่เด็กนำความรู้ใหม่ที่ได้รับ เชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่อยู่ในสมอ ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดจากประสบการณ์มาก่อน เป็นพื้นฐานเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด ทักษะและความรู้ใหม่ ซึ่งประมวลกันขึ้นเป็นเรื่องใหม่ที่จะเรียนรู้

2. การศึกษา ทดลอง และลงมือทำซ้ำ

การศึกษา ทดลอง และลงมือทำซ้ำ ๆ ทำให้สมองรู้จัก ค้นเคยกับความคิดรวบยอด ทักษะ และความรู้ใหม่ที่ได้รับเข้ามานั้น

3. การอ่านและฟังบรรยาย

การอ่านและการฟังบรรยายจะสามารถสะท้อน วิเคราะห์ อธิบาย เปรียบเทียบ ความคิดรวบยอด ทักษะ และความรู้ของเรื่องที่กำลังเรียนรู้นี้กับเรื่องอื่น ๆ ได้เป็นการเริ่มต้นสู่ระดับการคิดสร้างสรรค์

4. ประยุกต์ใช้ในเรื่องต่าง ๆ

การใช้ความคิดรวบยอด ทักษะและความรู้ประยุกต์ใช้ในเรื่องต่าง ๆ ในชีวิต ผสมผสาน สิ่งที่เราได้เรียนรู้อื่น ๆ นำไปสู่การมีความคิดระดับสูงขึ้น และมีความคิดสร้างสรรค์

5. เสนอกิจกรรมและกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนก้าวไปสู่จุดหมายของการเรียนรู้เพิ่มขึ้นได้โดยง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมนั้น ๆ

6. การนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอนต้องทำให้ สนุก ทำทาย ซึ่งจะทำให้สมองเกิดความสนใจในเรื่องที่เรียนรู้นั้น สมองจะเริ่มกระบวนการที่จะหาความหมายในสิ่งที่สมองเลือกที่จะเรียนรู้ และสิ่งนั้น ๆ ถือว่ามีลักษณะที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจที่สูงกว่าจะทำให้กระตุ้นการเรียนรู้ต่อไปจนบรรลุเป้าหมาย

พิมพ์ทอง สังข์สุทธิพงศ์ (2555, หน้า 11) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนให้ประสบความสำเร็จ ผู้สอนควรตระหนักถึงกระบวนการเรียนรู้ของสมองตาม ขั้นตอนดังนี้

1. Assess ผู้สอนต้องสำรวจความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่รวมทั้งสร้างแรงจูงใจกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้เดิมนั้นกลับมาและหาวิธีการเรียนรู้สิ่งใหม่ที่ผู้เรียนชอบมากกว่า และขั้นตอนการเรียนรู้จะต้องวิเคราะห์ระหว่างความรู้ที่ผู้เรียนได้รับกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้

2. Design ผู้สอนสามารถกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยการออกแบบให้ผู้เรียนได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหา หากคำตอบที่เป็นทางออกของปัญหา

3. Develop ผู้สอนสร้างแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ค้นพบ เพื่อสนับสนุนส่งเสริมให้เกิดการรวบรวมสรุปเนื้อหาทำให้ผู้เรียนค้นพบรูปแบบการเรียนรู้ สามารถใช้เนื้อเรื่องมาช่วยเชื่อมโยงระหว่างอารมณ์กับความรู้ ผู้สอนต้องสร้างความชำนาญด้านเนื้อหาหลักที่สำคัญแก่ผู้เรียน เพื่อให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการเรียนรู้และการนำเสนอที่ทำมานั้นบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายของรายวิชาที่ตั้งไว้

4. Implement ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมส่งเสริมการเรียนรู้ของสมองโดยจัดหาเสียงเพลง กิจกรรมสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันในสภาพแวดล้อมที่ท้าทายแต่รู้สึกลดภัย

5. Evaluate ผู้สอนตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความเข้าใจและตอบคำถามเลือกตัวเลือกได้ถูกต้อง และสามารถนำมาอภิปรายถึงเนื้อหาใหม่ ผู้สอนดูพฤติกรรมของผู้เรียนว่าเกิดการเรียนรู้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้หรือไม่

คำแนะนำสำหรับครูในการสอนแบบเน้นการทำงานของสมอง

1. การสร้างบรรยากาศ

1.1 ใช้เรื่องจำขึ้น ถ้านักเรียนได้หัวเราะ ออกซิเจนจะเข้าไปในเลือดมาก ทำให้สมองทำงานได้ดี

1.2 ใช้คำพูดเชิงบวก ลดความกังวลของผู้เรียนทำให้สมองทำงานได้ดี

1.3 อย่าใช้คำกลางๆ คำพูดเชิงลบทำให้นักเรียนอับอาย เลยไปถึงขัดแย้งกับเพื่อน ๆ ของนักเรียนเอง

1.4 ใช้สื่อหลากหลายนำเสนอไว้ในห้องเรียน เพื่อนำสู่ความสนใจ และ

1.5 พร้อมที่จะให้นักเรียนเรียนโดยเฉพาะสื่อที่นักเรียนชอบ

2. การสร้างความหมายในการเรียนรู้

2.1 ใช้ตัวอย่างชีวิตจริง สิ่งของที่ให้สัมผัสได้ตัวอย่างจะต้องแสดงความคิดรวบยอดเรื่องนั้น ๆ ได้ชัดเจนไม่คลุมเครือ

2.2 ใช้เรื่องของนักเรียนมาอธิบาย ให้นักเรียนยกตัวอย่างประสบการณ์ของนักเรียนเองมาประกอบ

2.3 สร้างความเชื่อมโยงเป็นวิธีการจำ เช่น ใช้ตัวย่อมารวมกันเป็นคำใช้คล้องจองช่วยจำ ใช้เสียงดนตรีมาช่วยสร้างความหมาย เวลาจะท่องอิทธิบาท 4 ก็ใช้ “ฉันวิ่งจนวิน”

2.4 ใช้การทบทวนแบบนำเสนอ ให้นักเรียนเรียบเรียงเป็นการนำเสนอของตนเอง โดยให้นักเรียนคิดด้วยประสบการณ์ของตนเอง

2.5 ใช้การทำงานร่วมกัน เริ่มต้นจากการทำงานร่วมกับครูให้ได้รูปแบบ แล้วทำงานเป็นคู่ เพิ่มขึ้น 3 คน 6 คน และ 9 คน ตามโอกาส เพื่อให้นักเรียนได้รับรู้จากหลายทางเป็นผู้ลงมือทำและยังเกิดมุมมองหลาย ๆ ด้าน จากหลาย ๆ คน

3. การพัฒนาสมองทั้งสองด้าน

3.1 ใช้ทั้งคำพูดและภาพร่วมกัน เพื่อให้เรียนรู้ทั้งเสียงและความหมาย ใช้แผนภาพ นำสู่ความหมาย ไม่เสนอจนทำให้ตัวความคิดรวบยอดต่าง ๆ ถูกลบไปหมด

3.2 เวลาใช้แผนภาพต้องสอดคล้องกันไว้ด้วย เช่น ตัวใหญ่เป็นหัวข้อใหญ่ตัวเล็กเป็นส่วนย่อยของตัวใหญ่ การเขียนเรียงแถวบอกถึงลำดับเวลาการเขียนจากบนลงล่างบอกนัยของลำดับการลงมือทำ เช่นนี้เป็นต้น

3.3 เวลาอภิปรายเกี่ยวกับความคิดรวบยอดต่าง ๆ นำเสนอทั้งเหตุผล และการคิดแบบขยายสร้างให้แง่มุมอื่น ๆ นำสู่จินตนาการด้วย

3.4 ระวังเรื่องท่าทาง แสดงท่าทางให้สอดคล้องกับสาระที่จะสื่อความ

3.5 การประเมินจะต้องใช้ทั้งคำพูด ภาพ แผนภาพ และการปฏิบัติจริงเพื่อให้ผู้เรียนใช้สมองทั้ง 2 ด้าน เมื่อนักเรียนเรียนจบบทแล้ว ก็ให้เขียนอธิบาย วาดภาพ หรือทำแผนภาพเสนอสร้างแนวทางนำไปใช้ หรือแสดงเป็นละคร โครงการงาน บทเพลงต่าง ๆ

4. การพัฒนาสมองด้านขวา

4.1 จัดห้องให้มีพื้นที่ทำงาน กระจายคนพูดเก่งให้อยู่ทั่วห้องไม่รวมไว้จุดเดียว

4.2 จัดป้ายนิทรรศการให้ตรงกับเรื่องที่จะเรียนเป็นปัจจุบันเข้าใจง่าย เสนอประเด็น

ปัญหาชัดเจน

4.3 ลบกระดานคำเสมอ เพื่อไม่ให้ข้อมูลเดิมมาสอดคล้องกับข้อมูลใหม่

4.4 ใช้สื่อหลายแบบ ทั้งอ่าน เขียน วาดภาพ คิดคำนวณในทุก ๆ วิชา

4.5 ใช้การอุปมาอุปไมยเพื่อให้เห็นความหมายและการคิดในระดับสูง

4.6 เน้นการตรงต่อเวลาและการตรงต่อเรื่อง สาระงานที่จะทำเห็นความเป็นเหตุผลชัดเจน

4.7 ให้นักเรียนตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ เป้าหมายการทำงานแล้วยึดทำให้บรรลุผล

ให้รางวัลเมื่อเขาทำสำเร็จ

4.8 ถามให้คิดเป็นเหตุเป็นผล ให้นักเรียนมองปัญหาหลายแง่หลายมุม

5. การพัฒนาสมองด้านซ้าย

5.1 ให้นักเรียนมีโอกาเลือก จะใช้รูปแบบใดตามความชอบของเขาเอง

5.2 ใช้การนำเสนอแบบแผนภาพ การ์ตูน และเน้นให้นักเรียนเสนอเป็นภาพสร้างสรรค์

5.3 ถามให้นักเรียนคิดต่อเนื่อง โยงใยสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างไร ฝึกให้นักเรียน

โยงข้อมูลในการนำเสนอ

5.4 ใช้ประสบการณ์ตรง ของจริง เหตุการณ์จริง สถานการณ์จำลองที่เทียบได้กับ เรื่องจริง

5.5 ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ กระตุ้นให้ทุกคนเสนอคำอธิบาย หรือสอนคนอื่นเพื่อตัวเองจะได้เรียนรู้ได้มากขึ้น

5.6 นำให้นักเรียนคิดนำไปใช้ ขยายไปสู่งานอื่น ๆ หรืองานในอนาคต สอนแบบขยายความรู้

5.7 ให้นักเรียนได้ลงมือทำจริง เรียนโดยโครงงานอิสระ ลงมือปฏิบัติจริงจะได้เรียนรู้โลกที่แท้จริง

6. การสอนให้สร้างขยาย

6.1 ใช้สถานการณ์จำลอง

6.2 ใช้การคิดทบทวนในสมอง

6.3 ใช้การสอนเป็นลำดับ ทำสิ่งใดดีแล้วต่อไปจะเรียนเรื่องใดได้ดี

6.4 ใช้การอุปมาอุปไมย เรื่องนี้เรียนจบแล้วเหมือนกับเรื่องใด จะนำไปใช้ในโอกาสใดข้างหน้าอย่างไร

6.5 ใช้การเขียนเล่าเรื่อง เราได้เรียนอะไร เกี่ยวข้องกับเรื่องอื่นอย่างไร ใช้ในอนาคตอย่างไร

7. หลักสูตรเน้นการเรียนรู้ของสมอง

7.1 ใช้สถานการณ์ชีวิตจริง ปัญหาในชีวิตจริง

7.2 ใช้สถานการณ์จำลองมาแทนชีวิตจริง ทำเป็นเกมและรูปแบบจำลอง

7.3 ให้นักเรียนลงมือทำโครงการ โครงการด้วยการคิดเอง เลือกเอง ลงมือทำเอง

7.4 ให้นักเรียนนำเสนอภาพกว้าง ฉายภาพบริบทของปัญหาเรื่องราวที่เรียนมองเลยไปถึงสังคมโดยรวม เห็นผลกระทบในวงกว้าง

7.5 ให้นักเรียนออกบริการชุมชน เรียนรู้จากชุมชนให้เห็นชีวิตจริง การทำงานจริง ฝึกงานเหมือนกับที่จะออกไปทำจริง

7.6 ให้นักเรียนคิดนำเสนอเป็นโยแม่งมุ่ม เป็นผังความคิด

7.7 ใช้กรณีศึกษาเป็นปัญหา ให้นักเรียนอภิปรายวิเคราะห์คิดแก้ปัญหา จัดทำเป็นโครงการภาคปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

7.8 ใช้การลงมือทำจริงและผลจากการลงมือทำจริงในสถานะปกติเป็นการประเมิน นำเสนอผลงานจริง ไม่ใช้สถานการณ์การสอบ นำการประเมินมารวมกับกิจกรรมการเรียนรู้ปกติ ไม่ใช้การจดตามครูบอก แต่เป็นการบันทึกตามประสาทรับรู้ (Perception) ที่ตัวเองได้มาเองหรือได้มาจากการเปรียบเทียบกับผู้อื่น การจดงานหรือเขียนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ทั้ง ๆ ที่สมองไม่ได้ลงมือทำ ลงมือทดลองเอง หรือสังเกตเอง จะไม่มีประโยชน์อันใดเลย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย ผู้วิจัยได้ยึดหลักพื้นฐานในการเรียนรู้โดยใช้สมอง 3 ข้อ คือ 1) หลักในการผ่อนคลาย (Relaxed Alertness) 2) หลักในการตระหนัก จดจ่อ (Orchestrated Immersion) และ 3) หลักในการจัดประสบการณ์ที่เป็นกระบวนการอย่างกระตือรือร้น (Active Processing of Experience) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของการจัดกิจกรรมโดยใช้สมองเป็นฐานในงานวิจัยครั้งนี้เป็น 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสร้างบรรยากาศให้สมองก่อนเรียนรู้ 2) การสร้างสถานการณ์ให้สมองอยากเรียนรู้ 3) การเรียนรู้ของสมอง

โดยผ่านสถานการณ์ 4) สมองผ่านการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ 5) สมองเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น 6) ประมวลความรู้ให้สมอง และ 7) เชื่อมโยงสมองกับชีวิตประจำวัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์ และคณะ (2545, หน้า 69) ศึกษา การเรียนรู้อย่างมีความสุข: สารเคมี ในสมองกับความสุขและการเรียนรู้ พบว่า สมองทำงานด้วยระบบของสารเคมีและทำให้เกิด กระแสไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ ของสารเคมีในสมองที่เป็นสารสื่อประสาทที่สัมพันธ์กับความสุข ความเศร้าในชีวิต สถิติปัญญา ความจำและการเรียนรู้ สิ่งที่มีผลต่อกระบวนการทำงานของสารเคมี ในสมองที่ทำให้เกิดภาวะทางจิตใจที่มีความเกี่ยวข้องของการจัดการศึกษาและการจัดกระบวนการเรียนรู้

อุษณีย์ ประเทพทิพย์ (2552, หน้า 72-73) ศึกษาการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด การทำงานของสมองเพื่อพัฒนาความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ห้อง ป.1/1 จำนวน 38 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนปิ่นสร้อยผลัดวิทยาลัย อำเภอเมืองเชียงใหม่ เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมอง เพื่อพัฒนาความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน จำนวน 13 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน จำนวน 20 ข้อ ผลการศึกษาได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมองเพื่อพัฒนาความรู้สึกลึกซึ้งจำนวน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 13 แผน ในแต่ละแผนประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการทำงานของสมอง 4 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 การใช้กิจกรรมบริหารสมอง ขั้นตอนที่ 2 การใช้วัตถุสิ่งของ ขั้นตอนที่ 3 การใช้รูปภาพ ขั้นตอนที่ 4 การใช้สัญลักษณ์ และพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างของคะแนน ทดสอบก่อนเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน อยู่ที่ร้อยละ 31.81 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ร้อยละ 25.00

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hoge (2003, p. 3884-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการรวบรวมผลของการเรียนรู้ตามแนว Brain-based Learning และการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียน การเรียนรู้ตามแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองนั้น เป็นการเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อมีแนวการสอนที่ทำให้สมอง ของนักเรียนทำงานได้ดี จุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อให้ครูอนุบาลได้ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ ตามแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองในการส่งเสริมและพัฒนานักเรียนชั้นประถมต้นให้อ่านออกเขียนได้ ใช้วิธีการวิจัยในโรงเรียนด้าบลเล็ก ๆ ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบสวน

ด้วยการออกแบบเทคนิคการศึกษาเรียนรู้ธรรมชาติของสัตว์และพืช ปีการศึกษา 2544 กุมภาพันธ์ 2545 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทุกคนสามารถอ่านออกเขียนได้ ทำให้เห็นความสำคัญของสมองที่พัฒนาตามธรรมชาติทางการเรียนรู้ เทคนิคการเรียนรู้โดยอาศัยแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองเป็นตัวช่วยส่งเสริมและพัฒนาการอ่านออกเขียนได้ของนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาได้อย่างแน่นอน ดังนั้นครูและผู้บริหารควรร่วมมือจัดสภาพและฝึกหัดให้นักเรียนพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการทำงานของสมองหรือการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน (Brain-based Learning) จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามธรรมชาติและเป็นการเรียนที่ส่งเสริมสมองทุกส่วนไปพร้อม ๆ กัน การเรียนรู้ตามแนวคิดพัฒนาการและการเรียนรู้ของสมองนั้น เป็นการเน้นให้นักเรียนได้คิดที่สุด

ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลองสอนจริง (Trial Run) เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537, หน้า 134-143)

การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนหรือนวัตกรรมทางการศึกษา

เพื่อความมั่นใจว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นมีคุณค่า สามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง และเป็นการสร้างความมั่นใจว่าจะไม่เสียงบประมาณ แรงงาน และเวลาโดยเปล่าประโยชน์ เมื่อต้องการผลิตนวัตกรรมออกมาเป็นจำนวนมาก การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง (อิทธิพร ศรียมก, 2525, หน้า 276)

ในการวิจัยบางครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมทางการศึกษา เช่น แผนการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ ชุดสื่อผสม เป็นต้น เป็นเครื่องมือในการวิจัยด้วย ดังนั้นต้องมีวิธีหาคุณภาพของสื่อดังกล่าวด้วย ซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับการหาคุณภาพของแบบทดสอบหรือเครื่องมือชนิดอื่น ๆ การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน มีขั้นตอนการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดสรุปได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, หน้า 98-102)

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_p) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น สามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากแผนการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักจะคำนวณ

จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย แบบฝึกทักษะการใช้ชุดการเรียนรู้ หรือคะแนน
พฤติกรรมกรเรียน ในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน ที่ผู้เรียนทุกคนทำได้ จำนวน N คน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
สามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่ บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้
ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากน้อยเพียงใด ซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคน ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum Y$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนที่ผู้เรียนทุกคนทำได้ จำนวน N คน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2

ชัยวงศ์ พรหมวงศ์ (2520 อ้างถึงใน มนตรี แยมกลีกร, 2553, หน้า 16-19) กล่าวว่า
การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ กระทำได้โดยการประเมินผลผลิตพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท
คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่า
ประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ดังนี้

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ การประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (PROCESS) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ การประเมินผลลัพธ์สุดท้าย (PRODUCTS) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของนวัตกรรมจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ จุดเด่นของการสะท้อนค่าประสิทธิภาพสลับแบบ E/E_2 คือ สามารถพิจารณาและตรวจสอบผู้เรียนได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ระหว่างทางก่อนที่จะไปถึงจุดหมายปลายทางของการเรียนรู้นั้น ผู้เรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้เป็นอย่างไร หากมีปัญหาเกิดขึ้นสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ว่า ผู้เรียนมีปัญหาตั้งแต่จุดใดและเป็นปัญหาอย่างไร นอกจากนั้นการหาประสิทธิภาพ ด้วยวิธีนี้ยังสามารถพิจารณาและตรวจสอบได้ว่าผลการเรียนรู้รวมยอดสุดท้าย เป็นอย่างไร จุดอ่อนของการสะท้อนค่าประสิทธิภาพสลับแบบ E/E_2 คือ การแสดงค่าประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพรวมยอดของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ยังเป็น การแสดงค่าแบบรวม โดยมองเฉพาะภาพรวมของกลุ่ม ขาดกระบวนการที่จะพิจารณาผลการเรียนเป็นรายบุคคล นอกจากนั้น ค่าประสิทธิภาพที่แสดงออกมาเท่ากันของสองกลุ่ม แต่คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนสองกลุ่มนั้น อาจจะมีการกระจายของระดับความสามารถของผู้เรียนที่แตกต่างกัน (Learner Ability Deviation)

การหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์

การหาประสิทธิภาพเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) เป็นการนำสื่อไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมาย ใช้กับการหาประสิทธิภาพของสื่อ จำพวกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากใช้วิธีการหาประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนระหว่างเรียน หรือ แบบทดสอบย่อย โดยแสดง ค่าเป็นตัวเลข 2 ตัวเช่น $E1/E2$ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติที่ตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 70/70 หรือ 75/75 (เพริญ กิจระการ, 2544, หน้า 44-51)

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว นวัตกรรมนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนพิจารณาตามความพอใจ โดยปกติแล้วเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้ 80/80, 85/85, หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติศึกษาอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 หรือ 70/70 เป็นต้น เพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น (อิทธิพร ศรียมก, 2525, หน้า 276) กล่าวโดยสรุป เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะใช้ค่าใดนั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่เน้นเนื้อหาความรู้ความจำก็ตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับเนื้อหาวิชาง่ายก็อาจตั้งไว้ที่ 90/90 เป็นต้น เมื่อคำนวณแล้วค่าที่เชื่อถือได้คือ 87.50/87.50 หรือ 87.50/90.00 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติที่ตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 70/70 หรือ 75/75 ประสิทธิภาพของสื่อ และเทคโนโลยีการสอน จะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณ $E1/E2$ เป็นตัวแรก และตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไร ยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 496-497) กำหนดขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) 1:1 (แบบเดี่ยว) คือ ทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยใช้เด็กก่อน ปานกลางและเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับให้ดีขึ้นโดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มากแต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้น ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่มในขั้นนี้ $E1/E2$ ที่ได้มีค่าประมาณ 60/60 2) 1:10 (แบบกลุ่ม) คือ ทดสอบกับผู้เรียน 6 – 10 คน (คณะผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ $E1/E2$ ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70 3) 1:100 (ภาคสนาม) ทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 40-100 คน คำนวณประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.50 % ก็ยอมรับหากแตกต่างกันมากผู้สอนจะต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมไว้ คือ 75/75 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ 2.50 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

“สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อนวัตกรรมมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 72.50/72.50 ขึ้นไป

“เท่าเกณฑ์” เมื่อนวัตกรรมมีประสิทธิภาพตั้งแต่ 67.50/67.50 ถึง 72.49/72.49

“ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อนวัตกรรมมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 67.50/67.50 แต่ยอมรับได้ว่ามี

ประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหวนเพชร วรรณสุทธิ์ (2550, หน้า 80) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 โรงเรียนบ้านเล้าวิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 8 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 20 ข้อ ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.74/80.17 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.5875 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ 58.75 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมาก

เนศรา โฉมรุ่ง (2552, หน้า 98-101) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพ 80/80 หาดชนี ประสิทธิภาพของแผนการอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการอ่านจับใจความระหว่างการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานกับการจัด กิจกรรมแบบปกติ และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรม ตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดกิจกรรมอ่านจับใจความของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดกิจกรรม ตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.44/81.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 0.8544 แสดงว่า นักเรียนมีความก้าวหน้า ในการเรียน ผลการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ เรียนด้วยการจัดกิจกรรมตามแนวคิดโดยใช้สมองเป็นฐาน มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี ดรลสิริ สีลาดเลา (2552, หน้า 86-87) ทำศึกษาเพื่อพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วัฏจักร การเรียนรู้แบบ 7E กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันกับ สิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 7E มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 83.35/84.24 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจึงมีคุณภาพ

ควรสนับสนุนให้ครูนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ หรือนำไปประยุกต์ใช้ เพื่อประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นสมรรถภาพในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้จากประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมจากครู สำหรับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่าน

ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย (2543, หน้า 4) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองในด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการสั่งสอนของครู ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พัชรินทร์ จันทร์หั่วโทน (2544, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าความสามารถของบุคคลในการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยผู้ตอบได้คะแนนมาก คือผู้ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ส่วนผู้ตอบได้คะแนนน้อย ถือว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 11) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าความสำเร็จหรือความสามารถในการทำใด ๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือมีเจตจำนงก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

กล่าวโดยสรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกละและค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

ลักษณะของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530, หน้า 29-30) กล่าวว่า การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน ดังนี้

1. การวัดด้านการปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น

วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่การปฏิบัติ (Procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Content) รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 การสอบปากเปล่า (Oral Test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอบอ่านฟังเสียง การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ การสอบปริยญา นิพนธ์ ซึ่งต้องการวัดความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ทำ ตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้ง และคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ (Paper-pencil Test or Written Test) เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้สอบเขียนเป็นตัวหนังสือตอบ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Free Response Type) ซึ่งได้แก่การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Essay Test) นั้นเอง

2.2.2 แบบจำกัดคำถาม (Fixed Response Type) ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตคำถามที่จะใช้ตอบ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก

การวัดผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาโดยการเขียนตอบนั้น เป็นที่นิยมแพร่หลายในโรงเรียน ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัด เรียกว่า วัดสอบสัมฤทธิ์ หรือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวนมาก ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาเป็นพื้นฐานในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

Bloom (1976, p. 7 อ้างถึงใน เลียง ชาติาธิคุณ, 2543, หน้า 11) เสนอแนวคิดไว้ว่า คนเราจะเรียนรู้ได้ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับการจัดสถานการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมและสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การเรียนรู้ประสบความสำเร็จคือ การสร้างแรงจูงใจ และช่วยเหลือให้นักเรียนได้เข้าใจจุดที่สำคัญ ๆ ของกระบวนการเรียนรู้

Carroll (1963, pp. 723-733 อ้างถึงใน สมฤทัย ถวิลการ, 2544, หน้า 9) เสนอแนวคิดว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเกิดจากปัจจัยหลัก 5 ด้าน ประกอบด้วย ความถนัด ความพากเพียร ความสามารถในการเรียน โอกาสในการเรียน และคุณภาพของการเรียนการสอน โดยปัจจัย

สามปัจจัยแรกจะเกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมของนักเรียน และอีกสองปัจจัยจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอน

พฤติกรรมที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

เพื่อความสะดวกในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีนักการศึกษาที่เสนอแนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่สอดคล้องกันหลายท่าน ดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 33-39; สาคร ธรรมศักดิ์, 2541, หน้า 7)

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การจำแนก การขยายความ และการแปลความหมาย โดยใช้ข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะในส่วนของเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน
4. การวิเคราะห์ คือ สามารถแยกแยะข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย เช่น วิเคราะห์องค์ประกอบ ความสัมพันธ์ หลักการดำเนินการ
5. การสังเคราะห์ คือ สามารถนำองค์ประกอบ หรือส่วนต่าง ๆ เข้ามารวมกันเป็นหมวดหมู่อย่างมีความหมาย
6. การประเมินค่า คือ สามารถพิจารณาและตัดสินจากข้อมูล คุณค่าของหลักการ โดยใช้มาตรการที่ผู้อื่นกำหนดไว้หรือตัวเองกำหนดขึ้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 56-57) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้เนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกได้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์ เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนก ข้อสอบตามความเก่ง อ่อน ได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผล ความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2553, หน้า 14) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยให้ครูสามารถตัดสินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะเป็นวิธีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนที่มีความเป็นอิสระได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ เมื่อเทียบกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีอยู่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในโรงเรียน มุ่งวัดความรู้ ในแต่ละวิชาและทักษะต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์พื้นฐานสำคัญ 2 ประการคือ

1. เพื่อเป็นเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอันเป็นข้อมูลที่ได้รับสำหรับการประเมินผลการเรียนการสอน เป็นรายบุคคล

2. เพื่อเป็นการตรวจสอบความสามารถของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งแตกต่างกัน โดยธรรมชาติ

สมนึก ภัททิยธนี (2553, หน้า 73) ได้กล่าวไว้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น กับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้อง ทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นข้อความดังกล่าวข้างต้นจึงสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึงแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ ในเนื้อหาวิชาที่สอบ

กรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 58-61) กล่าวว่า ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เพื่อไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลนั้น นิยมสร้างโดยยึดตามการจำแนกจุดประสงค์ ทางการศึกษา ด้านพุทธิพิสัยของ บลูม และคณะ (Bloom et al.) ที่จำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษา ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำมาไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) การสร้างข้อสอบถ้าวัดตาม 6 ประเภทเหล่านี้ ก็จะมีการครอบคลุมพฤติกรรมต่าง ๆ กรอบแนวคิด ที่ใช้กันมากเช่นกันในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ คือวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ กำหนดไว้ ซึ่งจะกำหนดในรูปจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ลักษณะนี้เป็นการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Measurement: CRM)

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2554, หน้า 65-58) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบขั้นแรกสุดต้องทำการวิเคราะห์หัววิชา หรือหัวข้อที่สร้างข้อสอบวัดผลนี้มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวโยง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับ สมรรถภาพที่ต้องการวัด เขียนหัวข้อเนื้อหาที่เป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ตามหลักสูตรวิชานั้นลงไปในแต่ละแถวของตารางตามลำดับ ส่วนด้านบนจะเป็นสมรรถภาพซึ่งได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์ และในการทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบนั้น ขั้นแรกสุดพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมช่องสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่า หัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อย เขียนลำดับความสำคัญลงไปแล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละหัวข้อตามอันดับความสำคัญ จากนั้นกำหนดจำนวนข้อในแต่ละช่อง จำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับว่าเรื่องนั้นต้องการให้เกิดสมรรถภาพในด้านใดมากน้อยกว่ากัน
2. กำหนดแบบของข้อคำถาม และศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ หลักการเขียนคำถาม สมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ
3. เขียนข้อสอบ โดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ขั้นที่ 1 เป็นกรอบ ซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพ ส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในขั้นที่ 2
4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจน เข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูก ตัวลวง เหมาะสมกับเข้ากับหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังพิจารณาข้อบกพร่อง แล้วนำเอาข้อวิจารณ์นั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบ ทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน การจัดพิมพ์รูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาเนื้อหาที่จะสอบแล้ว นำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์คุณภาพ คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการ ก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบเข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกและระดับความยากเข้าเกณฑ์ตามจำนวน ที่ต้องการในขั้นตอนที่ 6 มาพิมพ์ เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริง ซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้ว ควรคำนึงถึงความสะดวก ความถูกต้อง ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

สมนึก ภัททิยชนี (2553, หน้า 97) ได้กล่าวสรุปถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า

1. ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจข้อสอบแต่ละชนิด และทุกครั้งที่ออกข้อสอบชนิดใด ควรคำนึงถึงหลักการออกข้อสอบชนิดนั้น ๆ ด้วย
2. ข้อสอบชนิดใด ก็ตาม หากมีคุณสมบัติเป็นไปตามคุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีหลายประการ ก็เป็นข้อสอบที่ดีมากเท่านั้น
3. ปัจจุบันนักเรียนมีจำนวนมาก การพิมพ์และการตรวจข้อสอบสามารถใช้เครื่องจักรทดแทนการตรวจด้วยคน จึงควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ
4. โดยทั่วไปในการสอบแต่ละครั้ง น่าจะใช้ข้อสอบเพียง 2 ชนิด ก็มีประสิทธิภาพเพียงพอแล้ว ได้แก่ ข้อสอบ อัตนัยหรือความเรียง กับข้อสอบแบบเลือกตอบ ส่วนข้อสอบชนิดอื่น ๆ น่าจะใช้เป็นเพียงแบบฝึกหัด หรืออาจจะใช้งานทดสอบย่อยเพื่อย่อย ๆ ใจให้นักเรียนสนใจในวิชาที่กำลังสอน และสามารถพัฒนาให้เป็นข้อสอบ 3 ชนิดนี้ กล่าวคือ
 - 4.1 ถ้าเป็นข้อสอบแบบ กาถูก-กาผิด ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ
 - 4.2 ถ้าเป็นข้อสอบแบบ จับคู่ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดตัวเลือกคงที่
 - 4.3 ถ้าเป็นข้อสอบ เติมคำ หรือตอบสั้น ๆ ควรพัฒนาให้เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ (ถ้าให้ตอบสั้น ๆ) หรือแบบอัตนัย (ถ้าให้ตอบยาว ๆ)

ข้อความดังกล่าวข้างต้นจึงสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรจะสร้างตามลำดับขั้นตอน เริ่มจากการวิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชา ทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ตรวจทาน พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง แล้วพิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

พิไลพร แสงชมภู (2546, บทคัดย่อ) ศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2545 จังหวัดสมุทรปราการ ของกรมสามัญศึกษา ซึ่งได้มาโดยวิธีการแบบแบ่งชั้น จำนวน 764 คน ผลการศึกษาพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์พหุคูณระกวางปัจจัยด้านความสามารถทางเหตุผล ครอบคลุมเวลา แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ กลุ่มเพื่อน บรรยากาศในชั้นเรียน คุณภาพการสอน และสื่อ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.170 ซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ ความสามารถทางเหตุผล และ ครอบคลุม ส่วนแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เวลา กลุ่มเพื่อน คุณภาพการสอน บรรยากาศในชั้นเรียน และสื่อ ส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ลักขณา ศิริมาลา (2553, หน้า 9-71) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพสถิตวิทยา อำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 7E พบว่าในจำนวนนักเรียน 36 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบ 7E พบว่าในจำนวนนักเรียน 36 คน มีนักเรียนที่ได้คะแนนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 80.56 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ธัญชนก โหน่งกุดหลด (2554, หน้า 89-94) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาลป้อมแมลงไฟฟ้า สังกัดเทศบาลเมืองพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 72 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Dillihunt (2004, p. 4354-A) ได้ศึกษาผลของการสอนตามทฤษฎีพหุปัญญากับการสอนแบบบรรยาย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ การเข้าร่วมกิจกรรมและแรงจูงใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และปีที่ 5 ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยส่วนมาก พบว่านักเรียนที่มีความเสี่ยงต่อการสอบตก ต้องการรูปแบบการสอนที่พิเศษไปจากปกติ โดยเฉพาะรูปแบบการเรียนตามทฤษฎีพหุปัญญา โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในชนเมืองที่มีผู้ปกครองรายได้ต่ำนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ขาดแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์และไม่ชอบทำกิจกรรมเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และครูที่สอนนักเรียนพวกนี้มีประสิทธิผลแห่งตนต่ำมาก ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนตามทฤษฎีพหุปัญญา มีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การบรรยาย แม้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนไม่เพิ่มขึ้น แต่มีความเข้าใจในกิจกรรมนั้นมากขึ้น และครูมีประสิทธิผลแห่งตนไม่เพิ่มขึ้น

Ennis (2002, p. 56) ผลการสอนแบบทฤษฎีโครงสร้าง ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เกรด 7 ในรัฐเคนตักกี ผลการศึกษาพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มีผลทำให้ประสิทธิผลในการเรียนวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การใช้รูปแบบการสอนที่หลากหลาย รวมทั้งวิธีการอื่น ๆ มีผลทำให้การเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

จากงานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน ครูจะต้องจัดให้มีนวัตกรรมใหม่ ตลอดจนสื่อต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการเรียนการสอน อันเป็นแนวทางในการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้มากขึ้น

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สுவັນ นิยมคำ (2531, หน้า 151-152) ได้กล่าวถึงวิธีการเฉพาะที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความเห็นที่แตกต่างกันเป็น 2 แนวสรุปได้ดังนี้

แนวทางที่ 1 เห็นว่า วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์จะต้องมีระเบียบแบบแผน และมีขั้นตอนที่แน่นอน โดยจะต้องดำเนินไปตามลำดับของขั้นตอนจากขั้นตอนแรกไปจนถึงขั้นตอนสุดท้าย วิธีการทำงานในลักษณะนี้เรียกว่า ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ (The Scientific Method)

แนวทางที่ 2 เห็นว่า วิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์มีได้หลายวิธี แต่ละวิธีอาจใช้กระบวนการต่างๆ (Processes) ในการหาคำตอบของปัญหาไม่เหมือนกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของปัญหาและวิธีการของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน วิธีการทำงานในแนวนี้เรียกว่าวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (The Scientific Methods) บางคนเรียกว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Processes of Science)

ความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “กระบวนการทางวิทยาศาสตร์” ดังนี้

Hurd (1968, p. 6) ได้กล่าวถึงระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ว่า “วิธีการทำงานที่แท้จริงของนักวิทยาศาสตร์นั้นยังไม่มีแบบแผนที่แน่นอนนัก มันเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ทำขึ้นเพื่อทดสอบสมมติฐาน ซึ่งกระบวนการยังไม่ปรากฏชัดลงไปว่ามีการจัดระเบียบกันอย่างไร ซึ่งการทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นต้องอาศัยทั้งวิจารณ์และทั้งความคิดสร้างสรรค์ประกอบกัน”

SAPA (1970 อ้างถึงใน สุวณั นิยมคำ, 2531, หน้า 162) ได้กล่าวเกี่ยวกับวิธีการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า “การทำงานของนักวิทยาศาสตร์นั้นหาแบบแผนที่แน่นอนจะยึดเป็นรูปแบบทั่วไปไม่ได้ แต่สามารถที่จะวิเคราะห์หาขั้นตอน ในการทำงานที่เรียกว่า กระบวนการ (Process) ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ได้ และพบว่ามีทั้งหมด 13 กระบวนการ ซึ่งการเลือกใช้กระบวนการในการแก้ปัญหา และจะเริ่มจากกระบวนการไหนเป็นความอิสระของนักวิทยาศาสตร์แต่ละคน”

Carin and Sund (1980, p. 19 อ้างถึงใน ชีรชัย ปุณณโชติ, 2536, หน้า 45) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าประกอบด้วยวิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Method of inquiry) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude)

ประภาพรรณ สุวรรณสุข (2532, หน้า 355) กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การค้นหาความรู้อย่างเป็นระบบ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (The Process of Science) ค้นหาความรู้วิทยาศาสตร์

(The Body of Knowledge) ด้วยตนเอง ในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ต้องอาศัย
วิธีทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 10) ได้กล่าวว่า การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
นักวิทยาศาสตร์จะต้องใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการต่าง ๆ
ที่นำมาใช้ในการแสวงหาความรู้อาจแตกต่างกัน แต่ก็มีลักษณะร่วมกันที่ทำให้สามารถจัดเป็น
ขั้นตอนได้ ขั้นตอนที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์

สมชัย โกมล (2543, หน้า 1-2) กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำแนกตาม
ลักษณะการนำไปใช้แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1. กระบวนการแสวงหาข้อมูล
2. กระบวนการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. กระบวนการตรวจสอบพิสูจน์ข้อมูล

ทิสนา แคมมณี (2548, หน้า 1-2) ได้กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ
ในการคิดและดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้หรือข้อค้นพบใหม่ๆ เนื่องจากขั้นตอนของ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีการพิสูจน์ ทดสอบ ด้วยวิธีที่รอบคอบรัดกุม มีเหตุผล
เป็นที่ยอมรับ ผลที่เกิดขึ้นจึงมีความน่าเชื่อถือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไป
ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินการ 6 ขั้นตอน

1. การระบุปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดลองเพื่อพิสูจน์ ทดสอบสมมติฐาน
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การสรุปผลการทดลอง

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และคณะ (2549, หน้า 10) ได้กล่าวว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(Process of Science) คือ ขั้นตอนที่ใช้ในการดำเนินการค้นหาหรือสร้างองค์ความรู้ ซึ่งกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัย 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) 2) ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) 3) จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 404) ได้กล่าวว่า
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) หมายถึงกระบวนการในการศึกษาหาความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลักคือ การตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา

การตั้งสมมติฐานหรือการคาดการณ์คำตอบ การออกแบบวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล การทดลอง การลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปและการสื่อสาร

จากการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ขั้นตอนการศึกษาหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) วิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยได้มีผู้กล่าวถึงวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Maccracken et al. (1967, p. 5) สรุปเกี่ยวกับระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้

4 ขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ขึ้นตั้งปัญหา
2. ขึ้นสร้างสมมติฐาน
3. ขึ้นรวบรวมข้อมูล
4. ขึ้นการลงข้อสรุป

Kuslan and Stone (1969, pp. 15-16) ได้กล่าวถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหา

ความรู้มี 6 ขั้นตอนคือ

1. ขึ้นระบุข้อความของปัญหา
2. ขึ้นตั้งสมมติฐาน
3. ขึ้นการสืบเสาะหาข้อมูลหลักฐานเพื่อทดสอบสมมติฐาน
4. ขึ้นประเมินความเที่ยงตรงของสมมติฐาน
5. ขึ้นทบทวนสมมติฐานเมื่อจำเป็น
6. ขึ้นนำข้อสรุปไปใช้กับปัญหาอื่นที่คล้ายกัน

Carin and Sund (1980, p. 9) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการดำเนินการของ นักวิทยาศาสตร์เพื่อใช้แก้ปัญหา รวมทั้งค้นคว้าหาความรู้ โดยมีขั้นตอน 7 ขั้นตอนดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ออกแบบการทดลอง/ ออกแบบการรวบรวมข้อมูล/ วางแผน
4. ทดลอง/ รวบรวมข้อมูล /ปฏิบัติตามแผน
5. วิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปผล

สวัดน์ นิยมคำ (2531, หน้า 158-159) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นการสังเกต
2. การตั้งปัญหา
3. ตั้งสมมติฐาน
4. การทดสอบสมมติฐาน
5. การตีความหมายข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 10) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นการรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต/ การทดลอง
4. ขั้นสรุปผลการสังเกต/ การทดลอง

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือความชำนาญและความสามารถในการใช้การคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ เพราะเป็นการทำงานของสมอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2549, หน้า 8-10)

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ

- 1.1 การสังเกต
- 1.2 การจำแนกประเภท
- 1.3 การวัด
- 1.4 การใช้ตัวเลข
- 1.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา
- 1.6 การลงความเห็นจากข้อมูล
- 1.7 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
- 1.8 การพยากรณ์

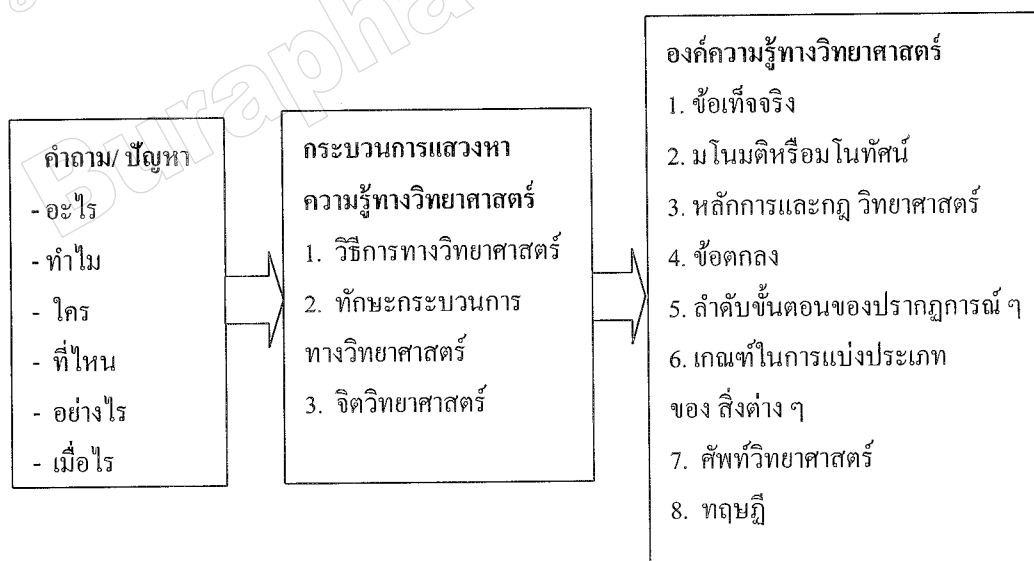
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills)

ประกอบด้วย 5 ทักษะ

- 2.1 การกำหนดและควบคุมตัวแปร
- 2.2 การตั้งสมมติฐาน
- 2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร
- 2.4 การทดลอง
- 2.5 การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

ในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาความรู้นั้น นอกจากต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วผู้เรียนต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ คือพฤติกรรมที่แสดงออกซึ่งความมีคุณสมบัติของการเป็นนักวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะที่สำคัญที่ช่วยเอื้อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหาหาแนวทางแก้ปัญหา ถ้าผู้เรียนไม่มีจิตวิทยาศาสตร์หรือกล่าวโดยสรุปคือไม่มีคุณสมบัติความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ก็เป็นการยากที่จะประสบความสำเร็จในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ใหม่ ด้วยตนเอง (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2548, หน้า 13)

การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง สรุปเป็นแผนภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 9 การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นพบองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนของการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นขั้นตอน เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยลำดับขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. การตั้งปัญหา
2. การตั้งสมมติฐาน
3. การทดลอง
4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. การสรุปข้อมูล

ขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การตั้งปัญหา

การระบุปัญหาและการกำหนดขอบเขตของปัญหา ต้องระบุให้ชัดเจน ไม่กำกวม โดยทั่วไปการตั้งปัญหามิใช่ตั้งในรูปของคำถาม การตั้งปัญหาและพยายามหาคำตอบของปัญหานั้น ๆ จึงทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ เกิดขึ้นเสมอซึ่งนักเรียนต้องฝึกฝนตนเองให้เป็นคนอยากรู้อยากเห็นอย่างนักวิทยาศาสตร์ได้โดยการตั้งปัญหาทำความเข้าใจกับปัญหาให้ชัดเจน เพื่อการหาคำตอบจะทำได้ง่ายขึ้น

2. การตั้งสมมติฐาน

การตั้งสมมติฐานเป็นความสามารถในการให้ข้อสรุปหรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลอง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไปสมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นข้อสรุป หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ข้อความของสมมติฐานกำหนดขึ้นโดยการสังเกตประกอบกับความรู้ ประสบการณ์ กฎ หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง คำตอบล่วงหน้าเป็นคำตอบชั่วคราวต้องนำไปพิสูจน์

3. การทดลอง

การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ในการทดลองซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การออกแบบการทดลอง คือการวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติการจริง เช่น การกำหนดจุดประสงค์ของการทดลอง การตั้งสมมติฐาน วิธีการทดลอง และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ เป็นต้น

3.2 การปฏิบัติการทดลอง คือขั้นตอนในการทดลองและการลงมือปฏิบัติจริงตามที่ออกแบบไว้

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล และการนำเสนอผลการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล คือการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งต้องอาศัยทักษะขั้นพื้นฐานต่าง ๆ เช่น การสังเกต การวัด การคำนวณ การพยากรณ์ การจัดจำแนกประเภท และทักษะอื่น ๆ การบันทึกผลการทดลองมีหลายรูปแบบ เช่น การบันทึกลงในตาราง การเขียนแผนผัง แผนภูมิ เป็นต้น ความสามารถในการจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งข้อมูลมาจัดกระทำและนำเสนอข้อมูลหรือผลจากการทดลองโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ เป็นต้น

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล คือการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาจำแนกแยกแยะ หรือการตีความหมายของข้อมูลที่ได้จากการจัดกระทำข้อมูลนั้นแล้ว

6. การสรุปข้อมูล

คำอธิบายที่กระชับซึ่งได้จากผลการวิเคราะห์และแปลความหมายข้อมูลออกมาเป็นความสัมพันธ์ต่าง ๆ นำไปสู่แนวความคิด หลักการ กฎ และทฤษฎี

การจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. กิจกรรมตามสาระการเรียนรู้

กิจกรรมตามสาระการเรียนรู้เป็นกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนมีกรอบการทำงานภายใต้จุดประสงค์ของการเรียนรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่อง

2. กิจกรรมตามความสนใจ

กิจกรรมตามความสนใจเป็นกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนทำตามความสนใจจากการสังเกตความสนใจในช่วงแรกจะนำกิจกรรมตามสาระการเรียนรู้และมาต่อเป็นกิจกรรมตามความสนใจ

ทั้งสองรูปแบบจะเน้นการทำงานกลุ่ม การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้ โดยการแก้ปัญหา ทักษะสังคมรวมเข้าไว้ด้วยกันบูรณาการความรู้จากรายวิชาต่าง ๆ ระดมสมอง เพื่อสรุปความคิดรวบยอดเป็นการเน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด เพราะครูผู้สอนทำหน้าที่ให้ความสะดวกชี้แนะทางการ

บทบาทของครูที่ปรึกษาในการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิมลศรี สุวรรณรัตน์ และมาฆะ ทิพย์ศิริ (2544, หน้า 4) ได้กล่าวถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีหลักสำคัญที่ควรคำนึงถึง ดังนี้

1. ใช้วิธีการต่าง ๆ ที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดถึงปัญหาที่สงสัยจากหัวเรื่อง
 2. จัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม
 3. ติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิดควรคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ
 4. ให้กำลังใจในกรณีที่ล้มเหลว ควรแก้ปัญหาต่อไป
 5. ชี้แนะแหล่งข้อมูล แหล่งความรู้ ผู้รู้ เอกสารต่าง ๆ ในการศึกษาค้นคว้า
 6. ประเมินผลงานและแนะนำผลงานที่ได้จัดให้นำเสนอ แสดงความรู้ความสามารถ
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

ชนกพร ชีระกุล (2541, หน้า 82) ได้ทำการศึกษาเรื่องทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์แบบเน้นกระบวนการ ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์แบบเน้นกระบวนการและแบบปกติ พบว่าเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดกิจกรรมทั้ง 2 แบบ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

สมโภช ภูสุวรรณ (2548, หน้า 90) ได้พัฒนาชุดการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ครูผู้สอนมีความเห็นว่าปัญหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้านตัวป้อนมีปัญหามากที่สุด รองลงมาคือปัญหาด้านผลผลิต ด้านกระบวนการและด้านเนื้อหา ในด้านเนื้อหาพบว่าเนื้อหาที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ เรื่องสารรอบตัว ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.39/90.11 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ โดยแต่ละหน่วยมีประสิทธิภาพเรียงตามลำดับดังนี้ 94.15/94.20, 90.44/89.57, 90.20/86.69, 86.83/88.00 และ 85.33/91.90 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนการสอน สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิตา กิจจินดาโอภาส (2552, หน้า 123-131) ได้ศึกษาผลการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียน การคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าดัชนีประสิทธิผลแผนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (7Es)
ที่ใช้หุปัญญามีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.604 แผนการเรียนรู้ตามแบบกลุ่มมือ มีค่าดัชนี
ประสิทธิผลเท่ากับ 0.534 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งแวดล้อมศึกษา
ความคิดวิพากษ์วิจารณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยใช้วัฏจักร
การเรียนรู้ (7Es) ที่ใช้หุปัญญพบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Gardner (1989 อ้างถึงใน จิรภรณ์ วสุวัต, 2540, หน้า 71-72) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ
ทฤษฎีความหลากหลายทางสติปัญญาพบว่า การจัดรูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการ
วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบกิจกรรมที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นแนวการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ให้กับเด็กเพื่อพัฒนาสติปัญญา ผลการวิจัยสรุปได้ว่ารูปแบบการสอนแบบโครงการ
วิทยาศาสตร์โดยมีการจัดกิจกรรมที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามามีส่วนร่วมในการจัด
กิจกรรมที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ส่งเสริมหุปัญญาให้กับเด็กทั้ง 8 ด้าน มีความเหมาะสม

Roth and Roychoudhury (1993, pp. 127-152 อ้างถึงใน จินตนา คำสอนจิก, 2553,
หน้า 36) ได้ศึกษาการพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในสิ่งแวดล้อมจริง กลุ่มตัวอย่างเป็น
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา 157 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นนักเรียนเกรด
11 จำนวน 48 คน ซึ่งได้รับการสอนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มที่สองเป็นนักเรียนเกรด 12 จำนวน 29 คน
ซึ่งได้รับการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับสูง และกลุ่มที่สามเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 80 คน ซึ่งได้รับ
การสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยกลุ่มนักเรียนจากกลุ่มทดลองทั้งสามกลุ่มเป็นศูนย์กลาง
ในการเรียนมีการฝึกให้ปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองอย่างอิสระเหมือนกัน เครื่องมือ
ที่ใช้คือ วิธีการสังเกตโดยตรงจากวิดีโอเทป การสัมภาษณ์จากรายงาน และการบันทึกผล
การปฏิบัติการทดลองของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสามมีพัฒนาการทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์
ตรงในเรื่องใดเรื่องหนึ่งตามความสนใจ และเป็นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันและให้นักเรียน
ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์หาคำตอบที่สงสัย จากการคิด สังเกต ชักถาม อภิปรายและสรุป
ในลักษณะการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ซึ่งมี 5 ขั้นตอน การตั้งปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเก็บข้อมูล (หรือการทดลอง) การนำเสนอ
ข้อมูล/ ผลการทดลอง และการสรุปข้อมูลเป็นความรู้ใหม่

จิตวิทยาศาสตร์

ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

กรมวิชาการ (2545, หน้า 143) คำว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาจากคำว่า Scientific Mind ในภาษาอังกฤษ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความสงสัย และกระตือรือร้นที่จะหาคำตอบ ยอมรับเมื่อมีประจักษ์พยาน หรือเหตุผลที่เพียงพอ

กระทรวงศึกษาธิการ (2545, หน้า 106) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ไว้ในสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ไว้ว่าจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 12) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด การกระทำ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาทางอื่น ๆ เพื่อศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 146) ได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด พฤติกรรมการแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นผลมาจากอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวผู้เรียนเป็นผลจากประสบการณ์และการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ หรือพฤติกรรมของบุคคลต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการได้ศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และความใจกว้าง ซึ่งสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

คุณลักษณะที่สำคัญของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาและนักวิชาการ ได้กล่าวถึงคุณลักษณะและข้อบ่งชี้พฤติกรรมของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และวรรณทิพา รอดแรงคำ (2542, หน้า 8) กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาาสตร์ไว้ ดังต่อไปนี้

1. มีเหตุผล
2. มีความอยากรู้อยากเห็น
3. มีใจกว้าง
4. ซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง
5. มีความเพียรพยายาม
6. มีการคิดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 12-13) ได้กล่าวถึงจิตวิทยาาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ เพื่อในการศึกษาหาความรู้ได้ผลดี ซึ่งขึ้นอยู่กับความคิด การกระทำ ที่อาจเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้น ความรู้สึกนึกคิดดังกล่าวนี้จัดเป็นจิตวิทยาาสตร์ และผู้ที่มีจิตวิทยาาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติเพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่าง ๆ และจะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่
2. ความเพียรพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นคนที่มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอย เมื่อมีอุปสรรคหรือมีความล้มเหลวในการทำการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต้องการเสาะแสวงหาความรู้ เมื่อได้คำตอบที่ไม่ถูกต้องก็จะได้ทราบ่วิธีการเดิมใช้ไม่ได้ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้
3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลเพียงพออธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลหาความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้นตรวจสอบความถูกต้องสมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐาน และข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลองเพื่อสนับสนุน หรือคิดค้นคำอธิบาย มีหลักฐานข้อมูลเพียงพอเสมอจนจะสรุปผล เห็นคุณค่าของการใช้เหตุผล ยินดีให้มีการพิสูจน์ตามเหตุผล ข้อเท็จจริง
4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่มีความซื่อสัตย์ บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

5. ความมีระเบียบรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้ที่เห็นคุณค่าของความเป็นระเบียบ ความรอบคอบและยอมรับซึ่งมีประโยชน์ในการวางแผนการทำงาน จัดระบบการทำงาน นำวิธีการ หลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลอง ใต้ตรง พินิจพิเคราะห์ ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน ทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความมีใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องมีใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟัง คำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่าย เดียว ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้แน่นอนและ พร้อม ที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม

คุณลักษณะทั้ง 6 ข้อนี้นี้เรียกว่า จิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์นี้มีใช้สิ่งจำเป็นสำหรับ นักวิทยาศาสตร์เท่านั้น บุคคลทั่วไปหากเป็นผู้มีจิตวิทยาศาสตร์ก็เป็นประโยชน์แก่การทำงานและ การดำรงชีวิตทั้งนี้จะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 148-151) ได้กล่าวว่า การประเมินจิตพิสัยในการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา ผู้ประเมินจะทำการประเมิน “เจตคติต่อ วิทยาศาสตร์” หรือ “เจตคติทางวิทยาศาสตร์” แยกออกจากกันซึ่งไม่ครอบคลุมพฤติกรรม ด้านจิตพิสัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดที่จะนำไปแปลผลการมีจิตพิสัยด้านวิทยาศาสตร์ ในตัวผู้เรียนได้ ในที่นี้จึงรวมคุณลักษณะที่เป็น “เจตคติต่อวิทยาศาสตร์” และ “เจตคติทาง วิทยาศาสตร์” เข้าไว้ด้วยกันใน “จิตวิทยาศาสตร์” โดยจำแนกคุณลักษณะและลักษณะนิสัยของ จิตวิทยาศาสตร์เป็น 10 คุณลักษณะ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง ความต้องการที่จะรู้หรือปรารถนาที่จะเสาะแสวงหา ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่ตนสนใจหรือต้องการค้นพบสิ่งใหม่ ซึ่งผู้มีความอยากรู้อยากเห็นจะ แสดงออกโดยการถาม หรือมีความสงสัยในสิ่งที่ตนเองสนใจอยากรู้

2. ความมีเหตุมีผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงความคิดเห็น การตรวจสอบ ความถูกต้องและการยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างเพียงพอและอย่างมีเหตุผลก่อนที่จะยอมรับ หรือให้คำอธิบายใด ๆ

3. ความใจกว้าง หมายถึง การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับ การวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ยินดีที่จะค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมตามเหตุผล ข้อเท็จจริงโดยไม่ยึดมั่นในแนวคิดของตน เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะ เผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. ความซื่อสัตย์ หมายถึง การนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง การสังเกตและบันทึกผลต่างๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติ มีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ ไม่นำสภาพทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. ความพยายามมุ่งมั่น หมายถึง ความตั้งใจแน่วแน่ต่อการค้นหาความรู้ ไม่ท้อถอย เมื่อผลการทดลองล้มเหลวหรือมีอุปสรรค ทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ หรือดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุด หรือจนกว่าจะได้คำตอบ

6. ความรอบคอบ หมายถึง ความสามารถในการใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ ไม่ยอมรับสิ่งหนึ่งสิ่งใดว่าเป็นจริงทันทีถ้ายังไม่มี การพิสูจน์ที่เชื่อถือได้ หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

7. ความรับผิดชอบ หมายถึง ความมุ่งมั่นภายในจิตใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ให้สำเร็จ ด้วยดี และตระหนักถึงผลของงานที่จะส่งผลกระทบต่อสังคม มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามความคาดหวัง

8. ความร่วมมือช่วยเหลือ หมายถึง การใช้ทักษะทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น เพื่อความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม

9. ความสร้างสรรค์ หมายถึง ความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความช่างสงสัย และไม่ยอมรับแนวคิดแนวปฏิบัติของคนอื่นซึ่งนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่

10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง อารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่ดีเกี่ยวกับ ความสนใจ ความเชื่อ การมีคุณธรรมจริยธรรม การยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึง ผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคม หรือตัวนักวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย

10.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์

10.2 การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์

10.3 ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.4 คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากคุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า คุณลักษณะของบุคคลที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะช่วยเอื้ออำนวยแสวงหาความรู้ได้อย่างดี โดยเกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ลักษณะหรือพฤติกรรมบ่งชี้ของนักเรียนที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ ซึ่งประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้

ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ และ ความมีใจกว้าง ซึ่งนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ในคุณลักษณะที่กล่าวข้างต้น หมายถึงนักเรียนที่มีลักษณะนิสัยดังต่อไปนี้

1. ความสนใจใฝ่รู้ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความอยากรู้อยากเห็น ชอบซักถาม ชอบริเริ่ม และสืบเสาะหาความรู้ใหม่ ๆ รวมทั้งพยายามศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบเมื่อเกิดปัญหา หรือข้อสงสัย

2. ความรับผิดชอบ และความเพียรพยายาม หมายถึง การยอมรับผลการกระทำของตนเองและมีความตั้งใจในการทำงานให้ประสบผลสำเร็จ แม้จะต้องใช้เวลานาน หรือมีปัญหาอุปสรรคมาก

3. ความมีเหตุผล หมายถึง คุณลักษณะที่เชื่อว่าสิ่งที่เกิดขึ้นต้องมีสาเหตุไม่เชื่อโชคลาง เห็นคุณค่าของการสืบหาความจริงก่อนที่จะยอมรับหรือปฏิบัติตาม

4. ความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการวางแผนในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้ให้เพียงพอก่อนที่จะตัดสินใจหรือสรุปทันที และมีความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์

5. ความซื่อสัตย์ หมายถึง คุณลักษณะในด้านการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างตรงไปตรงมา ไม่เชื่อถือนักเลงที่นำผลงานของผู้อื่นมาเสนอเป็นผลงานของตนเอง รวมถึงการกระทำในเรื่องต่าง ๆ ต้องทำด้วยความสุจริต

6. ความใจกว้างร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นหมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความเต็มใจและกล้าที่จะร่วมแสดงเหตุผล ความคิดของตนต่อสาธารณชน หรือกลุ่ม รวมทั้งรับฟังเหตุผล ข้อโต้แย้งหรือคำวิจารณ์ของผู้อื่นอย่างมีวิจารณญาณ

แนวทางการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์

การปลูกฝังจิตวิทยาศาสตร์ ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนเป็นหน้าที่โดยตรงของผู้สอน แนวทางในการดำเนินการและพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์นั้นมีนักการศึกษาเสนอไว้ดังนี้

สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป., หน้า 34-35) กล่าวว่าเจตคติเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก ความเชื่อ ความสนใจ ค่านิยม ท่าที การแสดงออกจนเป็นนิสัย และความรู้สึกทางจิตใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง การปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์และต้องปลูกฝังคุณลักษณะนิสัยคือ ความกระตือรือร้น อยากรู้อยากเห็นและใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ มีความเชื่อแบบวิทยาศาสตร์ เป็นผู้รู้จักคิด วิเคราะห์ และตัดสินใจอย่างมีเหตุผล มีใจกว้าง และเคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น เปลี่ยนความคิดได้เมื่อพบข้อเท็จจริงใหม่ ๆ ซึ่งให้เหตุผลดีกว่าของเดิม มีความสุขุมและความละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอแนวทางที่ผู้สอนจะพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้รับการฝึกประสบการณ์ต่างๆ เพื่อเป็นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เน้นวิธีการเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรมเช่นการทำงานกลุ่มเพื่อฝึกการทำงานร่วมกัน ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกการแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกทักษะการสังเกต การใช้คำถามหรือสร้างสถานการณ์ต่างๆ ที่จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนเพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์
4. ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมหลาย ๆ อย่างที่ฝึกฝนด้วยประสาทสัมผัสและให้ความหลากหลายของประสบการณ์ ไม่เบื่อหน่ายและอยากรู้ อยากเห็น
5. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

กล่าวโดยสรุป การจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง อย่างมีระบบ ตามความถนัดและความสนใจ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้รับประสบการณ์ตรง ในกระบวนการแสวงหาความรู้ประสบปัญหาด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะทำให้ผู้เรียนเกิดจิตวิทยาศาสตร์ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและวัยของผู้เรียน

การวัดจิตวิทยาศาสตร์

จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งสังเกตเห็นได้ยากจึงมีผู้สนใจที่จะวัดจิตวิทยาศาสตร์ของบุคคลมากมาย แต่ก็เกินไปเพียงการวัดโดยทางอ้อม เนื่องจากการวัดจิตวิทยาศาสตร์เป็นเช่นเดียวกับการวัดเจตคติทั่วไป ซึ่งไม่สามารถวัดได้โดยตรง

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2537, หน้า 63) ได้เสนอวิธีการที่จะสามารถวัดเจตคติสรุปได้ 3 รูปแบบดังต่อไปนี้

1. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสัมภาษณ์หรือการซักถามโดยตรง เป็นวิธีที่ผู้ถามจะสามารถทราบความรู้สึก หรือความคิดเห็นของผู้ตอบได้ตรงที่สุด ถ้าผู้ตอบ ตอบอย่างจริงใจและเปิดเผย ซึ่งเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการจะได้คำตอบที่แสดงออกถึงลักษณะนิสัยจริง ๆ ของบุคคลเป็นเรื่องทำยาก
2. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก เนื่องจากผู้สอนไม่สามารถจะสังเกตจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้ แต่สามารถสังเกตเห็นได้จากพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาขณะที่เรียน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บ่งบอกว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์

มากหรือน้อย แม้ว่าการวัดจิตวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกจะได้ผลค่อนข้างตรงพอสมควรแต่ก็ไม่สะดวกเนื่องจากต้องใช้เวลาและอาจมีอคติของผู้สังเกตเข้ามาเกี่ยวข้อง อันอาจทำให้ผลคลาดเคลื่อนไป

3. การวัดจิตวิทยาศาสตร์ ในรูปข้อเขียน การวัดเจตคติในรูปแบบนี้ ทำโดยการสร้างข้อความมาแล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วยหรือไม่ในระดับใด เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์แบบข้อเขียนที่นิยมสร้างกัน มักจะเป็นรูปแบบของ Likert (Likert-type) และแบบของ Thurstone (Thurstone-type)

บุญส่ง นิลแก้ว (2541, หน้า 135) กล่าวไว้สรุปได้ว่า ในการวัดเจตคตินั้นนิยมวัดออกมาในลักษณะของทิศทาง (Direction) และปริมาณหรือขนาด (Magnitude) เกี่ยวกับทิศทางจะมีอยู่ 2 ทิศทาง คือทางลบและทางบวกซึ่งลักษณะของความเข้มหรือรุนแรงของเจตคติ เป็นระดับที่ต่อเนื่องกัน (Continuum) คือ 3- 2- 1- 0- 1- 2- 3 โดยที่ความเข้ม 0 หมายถึง ไม่มีความรุนแรงของเจตคติ เป็นการแสดงออกที่ระดับกึ่งกลางเจตคติทางบวกและทางลบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 152-155) กล่าวว่า การประเมินจิตวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ ได้แก่

1. การประเมินโดยบุคคลภายนอก เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียน โดยการที่บุคคลภายนอกเป็นผู้ประเมินผ่านการสัมภาษณ์หรือการสังเกตพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก แล้วนำคำตอบหรือพฤติกรรมการแสดงออกที่สังเกตได้มาแปลความหมาย ข้อดีของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ได้ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงจากการแสดงออกตามธรรมชาติของผู้เรียน

2. การประเมินตนเอง เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวผู้เรียนโดยการให้ผู้เรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบประเมินเชิงสถานการณ์ ข้อดีของการประเมินตนเอง คือ ผู้เรียนสามารถตอบคำถาม หรือมีการแสดงออกโดยอิสระทำให้ได้ข้อมูลความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงจากการรายงานตนเองของผู้เรียน เหมาะสำหรับการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในผู้เรียนกลุ่มใหญ่ เนื่องจากใช้เวลาไม่นานนัก

เครื่องมือวัดจิตวิทยาาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 152-160) ได้กล่าวถึง การสร้างแบบประเมินจิตราประเมินตนเอง ดังนี้

1. การประเมินโดยบุคคลภายนอก เครื่องมือที่ใช้ประเมิน มีดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึง คุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบจากความคิด หรือ ความรู้สึกที่แท้จริงของผู้เรียนเอง

1.2 การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางตาและหู เพื่อรวบรวมข้อมูลพฤติกรรม การแสดงออกของบุคคล และจดบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกตอย่างมีแบบแผน เพื่อนำผลการ บันทึกมาตัดสินหรือสรุปผลในคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาาสตร์ที่ต้องการประเมิน

2. การประเมินตนเอง เครื่องมือที่ใช้ประเมิน มีดังนี้

2.1 การใช้แบบสอบถาม

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้ในการสังเกต แต่ใน แบบสอบถามนักเรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเอง โดยการสร้างข้อความหรือสถานการณ์คำถาม เกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วย หรือไม่ หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความหรือสถานการณ์นั้นระดับใดเครื่องมือวัดจิตวิทยาาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามมีรูปแบบแตกต่างกันดังนี้

2.1.1 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ เป็นรูปแบบเครื่องมือที่ ประกอบด้วยรายการข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาาสตร์ในตัวผู้เรียน ว่ามีพฤติกรรมดังกล่าวเกิดขึ้นหรือไม่ ด้วยการตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ใช่ ไม่ใช่ หรือ มี ไม่มี

2.1.2 แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตราส่วนประมาณค่า รูปแบบของ เครื่องมือมีลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการ แต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น ความรู้สึก หรือ ความถี่ในการเกิดเหตุการณ์ให้นักเรียนประเมินเพื่อใช้ตอบคำถามจะเียบคมากกว่า เช่น เห็นด้วย อย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

2.2 การใช้แบบประเมินเชิงสถานการณ์

แบบประเมินเชิงสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออก พฤติกรรมบ่งชี้บางอย่างที่ต้องการในช่วงเวลาที่วัด ถึงแม้ว่าบางพฤติกรรมอาจเกิดขึ้นในสภาพ ความเป็นจริงได้ยาก และต้องอาศัยเงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

จากที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงได้สร้างเครื่องมือในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบของการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกมาขณะเรียนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่บ่งบอกว่าผู้เรียนมีคุณลักษณะของผู้มีจิตวิทยาศาสตร์มากหรือน้อย โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubrics Scoring) ชนิดแยกองค์ประกอบ (Analytic Rubric Score) เป็นประเด็นย่อยโดยกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้จิตวิทยาศาสตร์ 6 ด้าน ประกอบด้วยความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบและความเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด และความมีใจกว้าง พฤติกรรมในแต่ละด้านแบ่งคะแนนการประเมินออกเป็น 4 ระดับ คือ 4, 3, 2 และ 1 แต่ละระดับกำหนดรายละเอียดเกณฑ์ให้คะแนนอย่างชัดเจน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

คาราวรรณ อานันทนสกุล (2547, บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้กิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ให้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดและเพื่อพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ 2) คะแนนเฉลี่ยเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์นั้นคือนักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทัศนภรณ์ แสงศรีเรือง (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์ต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า หลังการเข้าร่วมกิจกรรมค่ายวิทยาศาสตร์แล้วนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดและนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านจิตวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมด ณฐรินทร์ อภิวงค์งาม (2554, หน้า 107-113) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 ทั้งหมด 2 ห้องเรียน จำนวน 88 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และแบบสอบถามจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Harty & Al-Faleh (1983) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีสอนแบบบรรยายสาธิตและวิธีสอนแบบแบ่งกลุ่มทำการทดลองของนักเรียนระดับ 11 จำนวน 47 คน ชาวซาอุดีอาระเบีย ในการทดลองแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มบรรยาย-สาธิตและกลุ่มที่สอนแบบแบ่งกลุ่มย่อยทำการทดลอง พบว่า นักเรียนที่สอนแบบแบ่งกลุ่มย่อยทำการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการฟังบรรยาย-สาธิตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Mason (1990) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของโครงการวิทยาศาสตร์มีต่อจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับ 7 และ 8 จำนวน 285 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัด Ottawa County รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ 1) โครงการที่ครูมอบหมาย 2) โครงการที่นักเรียนเลือกเอง 3) ไม่มีการทำโครงการ นักเรียนมีเวลา 5 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จทำการ Pretest และ Posttest โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 2 ฉบับ คือ แบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน 2) โครงการวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายได้เพียงเล็กน้อย 3) นักเรียนชอบทำโครงการที่ครูมอบหมายได้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงการที่เลือกเอง

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนทำงานกลุ่มร่วมกัน การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน มีความรับผิดชอบ พึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์สูงขึ้น