

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด และทฤษฎีจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551
2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
7. เจตคติ
8. ความพึงพอใจ
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 9.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 3) ได้ระบุหลักการ และจุดหมายของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

1.1 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1.1.1 เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็ก และเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่ความเป็นสากล

1.1.2 เป็นการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนจะได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

1.1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น

1.1.4 เป็นหลักสูตรที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระ เวลา และการจัดการการเรียนรู้

1.1.5 เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.1.6 เป็นหลักสูตรที่จัดการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

1.2 จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข และมีความเป็นไทย มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1.2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.2.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิดการแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.2.3 มีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

1.2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลโลกยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรม และภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.3 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.3.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับ และส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง และสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรอง เพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และ

ความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

1.3.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเอง และผู้อื่น

1.3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

1.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ดังนี้

1.4.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

1.4.2 ซื่อสัตย์สุจริต

1.4.3 มีวินัย

1.4.4 ใฝ่เรียนรู้

1.4.5 อยู่อย่างพอเพียง

1.4.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.4.7 รักความเป็นไทย

1.4.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนต้องเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

- 1.5.1 ภาษาไทย
- 1.5.2 คณิตศาสตร์
- 1.5.3 วิทยาศาสตร์
- 1.5.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
- 1.5.5 สุขศึกษา และพลศึกษา
- 1.5.6 ศิลปะ
- 1.5.7 การงานอาชีพ และเทคโนโลยี
- 1.5.8 ภาษาต่างประเทศ

2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดให้ผู้เรียนทุกคนในระดับประถมศึกษาจำเป็นต้องเรียนรู้เพื่อให้มีคุณภาพมาตรฐาน และตัวชี้วัด และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

2.1 ทำไมต้องเรียนวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 92) กล่าวถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือ วิทยาศาสตร์นับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และงานอื่น ๆ เครื่องมือ เครื่องใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตการทำงาน ล้วนเป็นผลความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และศาสตร์อื่น ๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้ และความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย มีผลให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมาก ที่จะให้มีการศึกษาค้นคว้า มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปไม่หยุดยั้ง วิทยาศาสตร์ยังทำให้คนเราพัฒนาวิถีคิด มีทักษะสำคัญ

ในการค้นคว้าหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบซึ่งถือได้ว่า วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ เป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) ฉะนั้น ผู้เรียนทุกคนต้องได้รับการพัฒนา ให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข อีกทั้งมีความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต และมีคุณภาพได้มาตรฐานสากล

2.2 ธรรมชาติ และลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546 : 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process) ในการสืบเสาะหาความรู้ (Scientific Inquiry) การแก้ปัญหา โดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ และการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้ และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลายาวนาน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องสามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงทั้งในการสนับสนุนหรือโต้แย้งเมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็อาจเกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ความรู้วิทยาศาสตร์จึงอาจเปลี่ยนแปลงได้

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าจะอยู่ส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์ จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคล การสื่อสาร และการเผยแพร่ข้อมูลเพื่อให้เกิดความคิดในเชิงเคราะห์วิจารณ์ มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง และส่งผลกระทบต่อคนในสังคม และสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้า และการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงต้องอยู่ในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคม และเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเทคโนโลยี เทคโนโลยีเป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ ทักษะ ประสิทธิภาพ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและการแก้ปัญหาของมวลมนุษยชาติ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับทรัพยากร กระบวนการ และระบบการจัดการจึงต้องใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม

2.3 วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546 : 2-3) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้ได้รับความรู้ กระบวนการ และเจตคติผู้เรียนทุกคนควรได้รับการกระตุ้นส่งเสริมให้สนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ มีความสงสัยเกิดคำถามในสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโลกธรรมชาติรอบตัว มีความมุ่งมั่น และมีความสุข ที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผลสามารถสื่อสารคำถามคำตอบ ข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Natural World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทุกคนจึงต้องเรียนรู้ เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิต และประกอบอาชีพเมื่อผู้เรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์ โดยได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทาบกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาที่มีการรวมกันคิดลงมือปฏิบัติจริงก็จะเข้าใจ และเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่นกับชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนายคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุมีผลการประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจมุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิตโดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลายในท้องถิ่น และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีการเรียนรู้ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นการเรียนรู้เพื่อความเข้าใจซาบซึ้ง และเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้หลาย ๆ ด้านเป็นความรู้แบบองค์รวม อันจะนำไปสู่การสร้างสรรสิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิตมีความสามารถในการจัดการ และร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติอย่างยั่งยืน

2.4 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

กรมวิชาการ (2546 : 3-4) วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดทฤษฎีดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้ และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการ และองค์ความรู้ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

2.4.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2.4.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

2.4.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี

2.4.4 เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและ

การจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

2.4.5 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย

และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพล และผลกระทบซึ่งกัน และกัน

2.4.6 เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด

ประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิต

2.4.7 เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.5 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 92 - 93) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอนมีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 สาร และสมบัติของสาร

สาระที่ 4 แรง และการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 พลังงาน

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์ และอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

2.6 มาตรฐานการเรียนรู้กระทรวงศึกษาธิการ (2551 : 100 - 130)

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการ และความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสารความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก และภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร และการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบาย และตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

3.1 ความหมาย

McCarthy (1990 : 1) ให้ความหมายของการเรียนรู้แบบ 4MAT คือ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยรวมลักษณะของผู้เรียนทั้ง 4 แบบเข้าด้วยกัน ด้วยการนำวิธีการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้าย และซีกขวาเข้าร่วมด้วย

ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มม่น (2542 : 262) สรุปความหมายของการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากความสัมพันธ์ของ 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และกระบวนการจัดกระทำข้อมูล (Processing) การรับรู้ของบุคคลมี 2 ช่องทาง คือผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม ส่วนกระบวนการจัดกระทำข้อมูลที่รับรู้นั้นมี 2 ลักษณะเช่นเดียวกันคือ การลงมือทดลองปฏิบัติ และการสังเกตโดยใช้ความคิดไตร่ตรอง

ชวลิต ชูกำแพง (2551 : 106-111) ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะกับการพัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบและความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554 : 256 - 257) ให้ความหมายของรูปแบบ 4 MAT คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่ง ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ โดยผู้เรียนแต่ละคนมีความถนัดในแบบการเรียนแตกต่างกันไป แบบที่ 1 ผู้เรียนถนัดใช้จินตนาการ แบบที่ 2 ผู้เรียนที่ถนัดใช้การวิเคราะห์ แบบที่ 3 ผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก แบบที่ 4 ผู้เรียนที่ยอมรับรับการเปลี่ยนแปลงนอกจากนี้รูปแบบ 4 MAT ยังได้คำนึงถึงความถนัดในด้านการใช้สมองทั้งซีกซ้าย และซีกขวาของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนได้สร้างประสบการณ์ มีการไตร่ตรองประสบการณ์ เพื่อนำไปสู่ความคิดรวบยอด ได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติมีการสร้าง และวิเคราะห์ผลงานการเรียนรู้ด้วยตนเอง เกิดความคิดสร้างสรรค์นำไปประยุกต์กับชีวิตประจำวัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2552: 154) ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MATว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของกลุ่มผู้เรียน 4 คุณลักษณะ กับการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาอย่างสมดุล เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามแบบ และความต้องการของตนเองอย่างเหมาะสม และสามารถพัฒนาตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพซึ่งได้แก่

1. ผู้เรียนแบบที่ 1 (Why) ผู้เรียนที่มีจินตนาการเป็นหลัก
2. ผู้เรียนแบบที่ 2 (What) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์ และการเก็บรายละเอียดเป็นหลัก
3. ผู้เรียนแบบที่ 3 (How) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยสามัญสำนึกหรือประสาทสัมผัส
4. ผู้เรียนแบบที่ 4 (If) ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้จากประสบการณ์รูปธรรมผ่านการลงมือปฏิบัติ

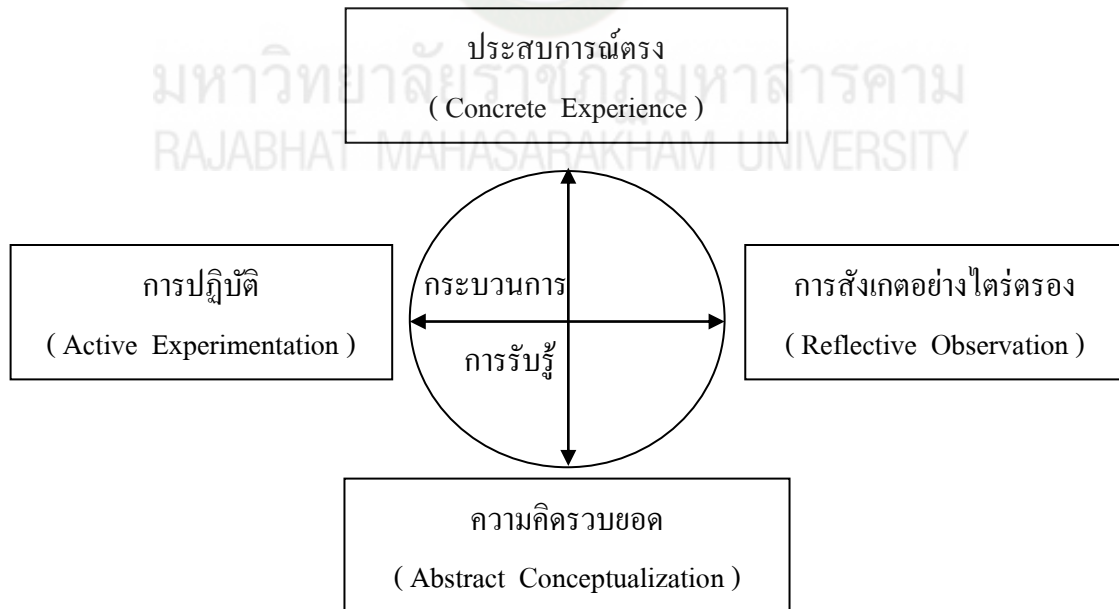
จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความหมายของการจัดการเรียนรูแบบ 4MAT สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรูโดยใช้รูปแบบ 4 MAT หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่องรูปแบบการเรียนรู้ โดยจัดแบ่งเวลาให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละเรื่อง ยึดหลักการจัดประสบการณ์ที่หลากหลายยืดหยุ่น และเชื่อมโยงกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองผู้เรียนทุกแบบการเรียนรู้ให้มีโอกาสได้เรียนรู้ ได้ปฏิบัติกิจกรรมที่ตนชอบและได้ปรับตัวเรียนรู้ในการเรียนอื่น ๆ ด้วย และมีการจัดประสบการณ์ที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาไปพร้อม ๆ กัน เพื่อให้สมองทั้งสองซีกมีการพัฒนาที่สมดุล

3.2 แนวคิดเชิงทฤษฎี และความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT

McCarthy (ศักดิ์ชัย นิรัญทวิ และไพเราะ พุ่มมัน, 2542 : 7 – 11 ;อ้างอิงมาจาก McCarthy. 1997) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนนี้ขึ้นจากแนวคิดของโคลบ (Kolb) ซึ่งอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของ 2 มิติ คือ การรับรู้ (perception) กระบวนการจัดทำข้อมูล (processing) การรับรู้ของบุคคลมี 2 ช่องทาง คือ ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านทางความคิดรวบยอดเป็นนามธรรม (abstract conceptualization) ส่วนกระบวนการจัดกระทำกับข้อมูลที่รับรู้ นั้น มี 2 ลักษณะเช่นเดียวกัน คือ การลงมือทดลองปฏิบัติ และการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง เมื่อลากเส้นตรงของช่องทางการรับรู้ 2 ช่องทาง และเส้นตรงของกระบวนการจัดกระทำข้อมูลเพื่อให้เกิดการเรียนรู้มาตัดกันแล้วเขียนเป็นวงกลมจะเกิดพื้นที่เป็น 4 ส่วนของวงกลม ซึ่งสามารถแทนลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ คือ แบบที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (imaginative Learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และใช้กระบวนการจัดกระทำข้อมูลด้วยการสังเกตไตร่ตรองแบบที่ 2 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (analytic learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางความคิดรวบยอดเป็นนามธรรม และชอบใช้กระบวนการสังเกตอย่างไตร่ตรอง แบบที่ 3 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการใช้สามัญสำนึก (common sense learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางความคิดรวบยอดที่เป็นนามธรรม และชอบใช้กระบวนการลงมือทำแบบที่ 4 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการปรับเปลี่ยน (dynamic learners) เพราะมีการรับรู้ผ่านทางประสบการณ์ ที่

เป็นรูปธรรม และชอบใช้กระบวนการลงมือปฏิบัติ แม้คคาร์ซี และคณะ (ศักดิ์ชัยนริญทวิ และไพเราะพุ่ม มั่น, 2542 : 7-11) ได้นำแนวคิดของ โคลป มาประกอบกับแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองทั้งสองซีก ทำให้เกิดเป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้คำถามหลัก 4 คำถาม คือ ทำไม (Why ?) อะไร (What ?) อย่างไร (How ?) และถ้า (If ?) ซึ่งสามารถพัฒนาผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกัน ทั้ง 4 แบบ ให้สามารถใช้สมองทุกส่วนของตนในการพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่

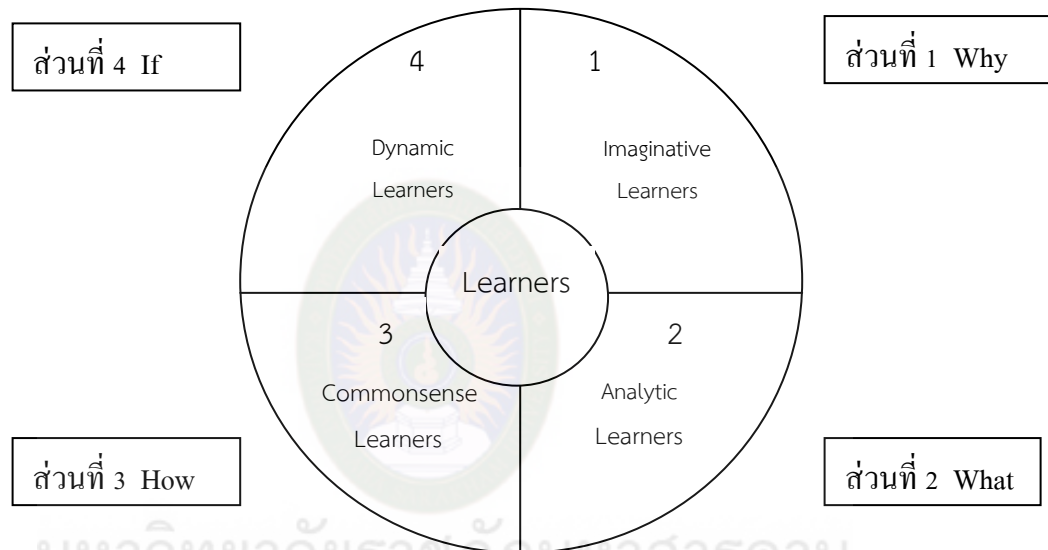
McCarthy (ธีร พานิช, 2544 : 32-33 ; อ้างอิงมาจาก David Kolb, 1970) ได้นำรูปแบบการเรียนรู้ของ David Kolb ที่มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ใน 2 มิติ คือ การรับรู้ (Perception) และการจัดกระบวนการรับรู้ (Processing) นั่นคือ การเรียนรู้เกิดจากการที่คนเรารับรู้แล้วนำข้อมูลข่าวสารนั้นไปจัดกระบวนการเสียใหม่ตามความถนัดของตนเอง การรับรู้จะเกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ การรับรู้โดยผ่านประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรม (Concrete experience) ซึ่งเขียนอธิบายโดยการเขียนกราฟแทนด้วยเส้นตรงตามแนวตั้ง (แกน Y) กระบวนการรับรู้เกิดขึ้นได้ 2 วิธี คือ จากการลงมือปฏิบัติ (Active experimentation) และจากการเฝ้าสังเกตอย่างไตร่ตรอง (Reflective observation) ซึ่งเขียนอธิบายโดยการเขียนกราฟแทนด้วยเส้นตรงตามแนวนอน (แกน X) แกนการรับรู้ และแกนกระบวนการทั้งสองตัดกันทำให้เกิดพื้นที่ 4 ส่วน ดังแผนภาพที่ 1



แผนภาพที่ 1 แนวคิดของคอร์ป (Kolb, 1984 :38)

(ที่มา : เชียร์ พานิช. 2544 : 32-33)

ในปี ค.ศ. 1980 McCarthy (เชียร์ พานิช.2544 : 32-33 ; อ้างอิงมาจาก David Kolb. 1970) ได้ประยุกต์แนวคิดของ DavidKolb โดยใช้พื้นที่ 4 ส่วนของวงกลมแทนผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการเรียนรู้และกระบวนการจัดการสิ่งที่ได้รู้แตกต่างกัน ดังแผนภาพที่ 2



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แผนภาพที่ 2 รูปแบบของผู้เรียน 4 แบบ ตามความแตกต่างของการเรียนรู้

(ที่มา : เชียร์ พานิช. 2544 : 32-33)

จากภาพที่ 2 พื้นที่วงกลม แทนรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ ซึ่งมีรูปแบบการรับรู้และกระบวนการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ด้านขวาบน แทนผู้เรียนแบบที่ 1 เป็นผู้เรียนที่ถนัดจินตนาการ (ImaginativeLearners) หมายถึง ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์ตรงผ่านกระบวนการจัดการข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างไตร่ตรอง(Reflective Observation)สมองซึกขวของเขาจะค้นหาความหมายด้วยตนเองหรือทำความเข้าใจในแง่มุมของเขา (Personal meaning) จากเรื่องที่ต้องการเรียนหรือเรื่องที่ต้องการรับรู้ สมองซึกซ่ายจะสร้างความเข้าใจในเรื่องนั้นด้วยการวิเคราะห์รายละเอียด คำถามนำทางในกลุ่มนี้คือ ทำไม

(Why) ผู้เรียนจะค้นหาคำตอบในแ่งมุมของตนเอง โดยใช้ความเชื่อ ความรู้สึก และความคิดเห็นของตนเองในการวิเคราะห์ประสบการณ์ที่พบโดยตรง ผู้เรียนกลุ่มนี้จะเก่งในเรื่องของความเข้าใจผู้อื่น ความคิดสร้างสรรค์ ใจกว้าง ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น อาชีพที่เหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มนี้ได้แก่ ที่ปรึกษา นักบำบัด นักสังคมสงเคราะห์ ศิลปิน

ส่วนที่ 2 ด้านล่างขวา แทนผู้เรียนแบบที่ 2 เป็นผู้เรียนที่ถนัดการวิเคราะห์ (AnalyticLearners) หมายถึง ถนัดการรับรู้จากประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมผ่านกระบวนการจัดกระทำ ข้อมูลด้วยการสังเกต การเห็นหรือการคิดวิเคราะห์จนเกิดเป็นความคิดรวบยอด (Concept) คำถามนำทางคือ อะไร (What) สมมติซักขงเขาจะทำหน้าที่ค้นหาประสบการณ์ใหม่ที่บูรณาการเข้ากับสิ่งที่ต้องการรู้โดยมุ่งหาข้อมูลที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือจากผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อช่วยในการสร้างความคิดรวบยอด หรือข้อสรุปที่เป็นหลักการเป็นทฤษฎีหรือออกเป็นความถูกต้องแน่นอน ความละเอียดถี่ถ้วนของความรู้ และข้อมูลที่ได้รับการยืนยันแล้วจากผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญคือประเด็นที่ผู้เรียนแบบนี้ให้ความสำคัญ ผู้เรียนในกลุ่มนี้จึงเก่งในเรื่องการวิเคราะห์ปัญหา การพัฒนาทฤษฎีความรู้ต่างๆ การเรียนรู้จากข้อผิดพลาดของตน อาชีพที่เหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มนี้ได้แก่ บรรณารักษ์ นักวิทยาศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางศาสนา ครู อาจารย์ นักวิจัย

ส่วนที่ 3 ด้านล่างซ้าย แทนผู้เรียนแบบที่ 3 เป็นผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึก (CommonsenseLearners) หมายถึง ผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้จากการรับรู้ความคิดรวบยอดแล้วผ่านกระบวนการลงมือทำ สมมติซักขงเขาจะค้นหาหนทางทำงานที่เป็นลักษณะของคนอื่นๆ คือ ดูว่าคนอื่นเขาจะทำงานชิ้นนั้นอย่างไร ซึ่งอาจต้องศึกษารายละเอียดหรือขั้นตอนการทำงานตามแนวของคนอื่น เพื่อพัฒนาให้เกิดเป็นแนวทางเฉพาะของตนเองต่อไป ส่วนสมมติซักขงเขาจะพยายามค้นหาหนทางการประยุกต์ที่เป็นแนวเฉพาะของตน คำถามนำทางของการเรียนนี้คือ อย่างไร(How)คือทำอย่างไรจึงจะนำความคิดไปประยุกต์ใช้งานได้ (How does it work) ผู้เรียนกลุ่มนี้จะเก่งในเรื่องการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การให้เหตุผลเชิงอุปนัย อาชีพที่เหมาะสมกับผู้เรียนกลุ่มนี้ได้แก่ วิศวกร ผู้จัดการ ผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แพทย์

ส่วนที่ 4 ด้านบนซ้าย แทนผู้เรียนแบบที่ 4 เป็นผู้เรียนที่ยอมรับการเปลี่ยนแปลง (DynamicLearners) หมายถึง ถนัดการรับรู้จากการลงมือปฏิบัติจนเป็นประสบการณ์ตรงหรือรูปธรรม คำถามนำทางคือ ถ้า(If)สมมติซักขงเขาจะค้นหาแนวทางการขยายผลการเรียนรู้ ผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องการที่จะค้นหาความสัมพันธ์เชื่อมโยงของสรรพสิ่ง และนำผลการเรียนรู้มาสู่ชีวิตจริง กระตือรือร้นที่จะสังเคราะห์ความรู้ และทักษะการเรียนรู้ในแ่งมุมที่ตนเองได้ค้นพบเข้ากับสถานการณ์อื่นๆ ของตนเอง และผู้อื่น ถึงแม้ว่าการทำอย่างนั้นจะมีความซับซ้อนเพียงใดก็ตาม แสดงว่าผู้เรียนกลุ่มนี้เก่งในเรื่องการทำงานให้

สำเร็จลุล่วง การเป็นผู้นำ การทำงานร่วมกับผู้อื่น ดังนั้น อาชีพที่เหมาะสมกับพวกเขา คือ ผู้บริหาร นักการเมือง ประชาสัมพันธ์ และพนักงานขาย เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป McCarthy (เชิธร พานิช.2544 : 32-33) เป็นผู้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ขึ้นมา โดยนำแนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน 4 แบบ กับการทำงานของสมองทั้งสองซีก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความพอใจ และความต้องการของตน และเป็นการพัฒนาสมองทั้งสองซีกให้เกิดความสมดุลกันอีกด้วย

3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ นั้นผู้เรียนจะต้องคำนึงถึงพัฒนาการของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะพัฒนาการทางด้านสติปัญญาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละวัย ทฤษฎีการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ดังนี้

3.3.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) เป็นผู้คิดขึ้นมีทฤษฎีการเรียนรู้ และการประยุกต์ใช้สรุปได้ดังนี้ (ชัยวัฒน์สุทธิรัตน์ , 2552 : 25-26)

1.พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยซึ่งแบ่งได้ 4 วัยดังนี้ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) มีอายุอยู่ในช่วง 0-2 ปีขั้นก่อนปฏิบัติการการคิด (Preoperational period) มีอายุอยู่ในช่วง 2 – 7 ปี ขั้นนี้จะมีการรับรู้ และการกระทำส่วนขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) มีอายุอยู่ในช่วง 7-11 ปีขั้นนี้นอกจากเรียนรู้แบบรูปธรรมได้ยังสามารถเรียนรู้ และใช้สัญลักษณ์ได้ด้วยขั้นสุดท้ายเป็นขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) มีอายุอยู่ในช่วง 11-15 ปีขั้นนี้คิดเป็นนามธรรม, ตั้งสมมติฐาน และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2. ภาษา และกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3. กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะการซึมซับหรือการดูดซึม (assimilation) และการปรับ และการจัดระบบ (Accommodation) การซึมซับหรือดูดซับเป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์เรื่องราว และข้อมูลต่างๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป

การปรับ และการจัดระบบเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นของการปรับหากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนจะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้นหากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่ และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้นซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารึ้นในตัวบุคคล

3.3.2 การประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้จัดทำได้นี้

1. การพัฒนาเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กและจัดประสบการณ์ให้เหมาะสมกับพัฒนาการของเขาไม่ควรบังคับให้เด็กเรียนในสิ่งที่ยังไม่พร้อมหรือยากเกินพัฒนาการตามวัย เพราะจะทำให้เด็กเกิดเจตคติที่ไม่ดีในสิ่งที่เรียน และการจัดประสบการณ์ควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ตามวัยของตนเองซึ่งจะช่วยให้เด็กพัฒนาไปสู่พัฒนาการขั้นสูงขึ้นไป

1.2 เด็กแต่ละคนมีพัฒนาการแตกต่างกันถึงแม้อายุจะเท่ากันแต่ระดับพัฒนาการอาจไม่เท่ากันดังนั้นจึงไม่ควรเปรียบเทียบเด็กควรให้เด็กมีอิสระที่จะเรียนรู้ และพัฒนาความสามารถของเขาไปตามระดับพัฒนาการของเขา

1.3 ผู้สอนควรสอนสิ่งที่เป็นรูปธรรมเพื่อช่วยให้เด็กเข้าใจลักษณะต่างๆ ได้ดีขึ้น

2. การให้ความสนใจ และสังเกตเด็กอย่างใกล้ชิดจะช่วยให้ได้ทราบลักษณะเฉพาะของเด็ก

3. ในการสอนเด็กเล็กๆเขาจะรับรู้ส่วนรวม (Whole) ได้ดีกว่าส่วนย่อย (Part) ดังนั้นผู้สอนจึงควรสอนภาพรวมก่อนแล้วจึงแยกสอนทีละส่วน

4. ในการสอนสิ่งใดให้กับเด็กควรเริ่มจากสิ่งที่เด็กคุ้นเคยหรือมีประสบการณ์มาก่อนแล้วจึงเสนอสิ่งใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเก่าการทำเช่นนี้จะช่วยเด็กซึมซับ และจัดระบบความรู้ได้ดี

5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้รับประสบการณ์แล้วมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหลายๆจะช่วยให้เด็กซึมซับข้อมูลเข้าสู่โครงสร้างทางสติปัญญา และพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้ดี

เพียเจต์ ได้ชี้ให้เห็นถึงองค์ประกอบ 4 ประการที่จะทำให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา หรือพัฒนาการทางความคิดเป็นไปได้อย่างรวดเร็วแตกต่างกันองค์ประกอบ 4 ประการ

(ภพเลาห์ไพบูลย์. 2552 : 71 – 72) ได้แก่

1.การเจริญเติบโตของร่างกาย และวุฒิภาวะ คือมีการเจริญเติบโตทางร่างกาย และอวัยวะรับสัมผัส ระบบประสาทที่มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ ได้ ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และการฝึกฝนที่ได้รับส่วนวุฒิภาวะเป็นวุฒิภาวะของระบบประสาทที่บ่งชี้ถึงความพร้อมที่จะเรียนรู้ได้ตามลักษณะของขั้นพัฒนาการต่าง ๆ

2.ประสบการณ์ทางด้านกายภาพ และทางสมอง หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเด็ก เกิดประสบการณ์ทั้งทางด้านกายภาพ และทางสมอง ยิ่งเด็กได้รับประสบการณ์มากมีโอกาสจะต้องสัมผัส เล่น พุด จินตนาการ ตั้งสมมุติฐาน ทดลอง สรุปผลการทดลอง ฯลฯ ตามลักษณะ

ของแต่ละขั้นของการพัฒนาการอย่างเหมาะสมก็จะช่วยให้เขามีพัฒนาการเป็นไปอย่างสมบูรณ์ หรือรวดเร็วสอดคล้องกับวุฒิภาวะแห่งตน ตรงกันข้ามเด็กที่ไม่ค่อยมีโอกาสได้รับประสบการณ์ดังกล่าวก็อาจก่อให้เกิดพัฒนาการล่าช้า

3. ประสบการณ์ทางสังคม เมื่อเด็กเริ่มเล่นกับเพื่อน หรือพบปะสังสรรค์กับบุคคลอื่น ๆ เด็กจะมีโอกาสพัฒนาการคิดจากการคิดถึงเฉพาะตนเองไปสู่การรับรู้ เข้าใจถึงความคิดเห็น และเหตุผลของผู้อื่น และช่วยให้พัฒนาการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจด้วย นอกจากนี้ในด้านการเลี้ยงดูระบบการศึกษา ค่านิยม และความเชื่อถือในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งจัดเป็นมรดกทางสังคม เมื่อเด็กได้รับประสบการณ์ทางสังคมที่แตกต่างกัน ผลกระทบต่อพัฒนาการทางสติปัญญาย่อมแตกต่างกันด้วย

4. สภาวะสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่มนุษย์ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการภายในมนุษย์จะผสมผสานหรือรับเหตุการณ์ ซึ่งเป็นสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้เข้าไปสู่โครงสร้างของความรู้เดิม และกระบวนการปรับขยาย (Accommodation) เป็นกระบวนการปรับขยายโครงสร้างของความรู้เดิมหรือสร้างเป็นความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับสิ่งเร้า

ตามแนวคิดของเพียเจต์ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีการเรียนรู้แตกต่างกันตามความสามารถของแต่ละบุคคลในขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาต่าง ๆ หลักการสอนตามแนวคิดของเพียเจต์กล่าวไว้ ดังนี้ (ภพ เลหาไพบูลย์, 2552 : 72 – 73)

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามความสามารถทางสติปัญญา

2. มโนคติหนึ่ง ๆ อาจแบ่งได้หลายระดับตามขั้นพัฒนาการทางสติปัญญา

3. การพัฒนาสติปัญญาเกิดขึ้นได้โดยการปรับโครงสร้างความคิดให้อยู่ในสภาวะสมดุลโดยพยายามเพิ่มพูนสติปัญญา

4. การสอนของครูควรให้ผู้เรียนได้พบปัญหา ให้ความคิดแก้ปัญหา ทดลองแก้ปัญหา และหาเหตุผลที่ใช้สำหรับวิธีการแก้ปัญหา

จากหลักการจัดการเรียนรู้ และแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ นำมาจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาได้เพราะเด็กในระดับประถมศึกษาอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรม และเปลี่ยนจากการปฏิบัติรูปธรรมมาอยู่ขั้นปฏิบัติการนามธรรมแต่อาจไม่ใช่ผู้เรียนทุกคน ดังนั้นผู้สอนควรจัดการเรียนให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงเป็นรูปธรรมเพราะผู้เรียนจะได้มี

ประสบการณ์ทางกายภาพ และทางสมอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี ผู้สอนควรให้ผู้เรียนเก็บรวบรวมข้อมูล และค้นคว้าหาความรู้โดยการสังเกต และสรุปเป็นหลักการได้

ผู้สอนควรคำนึงถึงการพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน ดังนี้ คือ ผู้เรียนจะผ่านขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ขั้น ผู้เรียนที่มีอายุเท่ากันอาจมีพัฒนาการทางสติปัญญาแตกต่างกัน พัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนเป็นเครื่องแสดงความสามารถของบุคคลนั้น ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับประสบการณ์ทางกายภาพ และทางสมอง พัฒนาการทางสติปัญญาเป็นผลเนื่องมาจากการปะทะสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม การจัดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนสนใจ และตั้งใจเรียนทำให้สภาวะสมดุลเกิดขึ้นได้ ซึ่งมีผลให้มีการพัฒนาการทางสติปัญญา

3.4 แนวการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT

การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT สำหรับผู้เรียนที่มีลักษณะเด่นตามแบบการเรียนรู้ (Learning style) หรือมีลักษณะของผู้เรียนในแต่ละแบบที่สามารถจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาลักษณะเด่นได้ดังนี้ (วัชราร เล่าเรียนดี. 2553 : 93)

3.4.1 ผู้เรียนที่เป็นนักนวัตกรรม (Innovative learner) ชอบกิจกรรมที่ให้เกิดเหตุผลของคำถาม ทำไม? และทำไมถึงไม่ได้ เป็นการสร้างประสบการณ์หรือให้ประสบการณ์ด้วยการใช้สมองซีกขวา (R : Right mode) และให้วิเคราะห์ประสบการณ์นั้นด้วยการใช้สมองซีกซ้าย (L : Left mode)

3.4.2 ผู้เรียนที่เป็นนักวิเคราะห์ เรียนรู้ด้วยการวิเคราะห์เป็นหลัก (Analytical learner) จัดกิจกรรมเพื่อเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยการขึ้นต้นคำถามด้วยคำว่า อะไร? เพื่อส่งเสริมให้เกิดการบูรณาการกับสาระความรู้ และทักษะที่ครูจัดให้ก่อน เป็นการให้สมองซีกขวา และใช้สมองซีกซ้ายในการทำ ความเข้าใจ

3.4.3 ผู้เรียนที่เรียนด้วยการใช้สามัญสำนึกหรือจิตสำนึก (Commonsense learner) ควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนลองปฏิบัติทันทีจากคำถามที่ว่า สิ่งที่ใช้อย่างไรหรือสิ่งนี้ทำงานได้อย่างไร โดยให้จัดสื่อ เตรียมสื่อที่จะต้องใช้ด้วยตนเอง แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นการให้สมองซีกซ้ายส่วนการเปิดโอกาสให้สร้างสื่อหรือสาระความรู้ที่สนใจ และจำเป็น เป็นการให้สมองซีกขวา

3.4.4 ผู้เรียนที่ชอบการเคลื่อนไหว และตื่นตัวตลอดเวลา (Dynamic learner) จัดกิจกรรมโดยให้โอกาสได้นำตนเอง สอนตนเอง ด้วยการให้คำถาม เช่น ของสิ่งนี้จะใช้ทำอะไรได้อีก นอกจากที่ใช้อยู่หรือเราทำอะไร หรือสร้างอะไรได้อีกจากของสิ่งนี้ หรือเรื่องนี้จะสามารถนำไปสู่การเรียนรู้เรื่องอะไรได้อีก พร้อมกับให้วิเคราะห์วิธีการแสวงหา หรือวิธีการสร้าง หรือวิธีการปฏิบัติที่

เกี่ยวข้องกับความรู้เดิมเป็นการใช้สมองซีกซ้าย ให้มีการลงมือปฏิบัติต่อกันเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ความเข้าใจ และความคิดเป็นการใช้สมองซีกขวา

ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MATครูจึงมีบทบาทสำคัญยิ่ง ถึงแม้ว่านักเรียนจะเป็นผู้แสดง เป็นผู้ปฏิบัติมากที่สุด แต่ครูจะต้องเป็นผู้ที่สาธิตสถานการณ์ให้ความรู้ด้วยวิธีการต่างๆ กระตุ้นส่งเสริมให้นักเรียนคิด และปฏิบัติ ดูแลการเรียนรู้ และการปฏิบัติโดยตลอดเพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้และพัฒนาศักยภาพของสมองทั้ง 2 ซีกอย่างเท่าเทียมกัน เป็นการช่วยส่งเสริมพัฒนาแบบการเรียนรู้เฉพาะของนักเรียนแต่ละคน ในขณะเดียวกันให้นักเรียนได้รู้จัก และเรียนรู้ด้วยแบบการเรียนรู้แบบอื่นๆ เพื่อจะได้รับการพัฒนาให้เป็นผู้ที่คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ มีความเชื่อมั่นในตัวเอง และอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นด้วยเชื่อว่า ทำงานในหน้าที่อย่างมีความสุข

จากวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MATจะเห็นได้ว่าวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายจะต้องมีลักษณะที่เคลื่อนไหวเป็นลำดับขั้นตอนตามวัฏจักรของการเรียนรู้ ที่สามารถจะทำให้ผู้เรียนที่มีลักษณะการเรียนรู้แตกต่างกันได้มีโอกาสเรียนรู้ และพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างมีความสุขด้วยความเชื่อพื้นฐานที่ว่า

1. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเท่ากันในการเรียนรู้
2. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่มีลักษณะจูงใจ ได้รับความสนใจผู้เรียน
3. สร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ที่ให้ทักษะ และความคิดรวบยอดพร้อมกับการมองเห็นประโยชน์ของการเรียนรู้โดยตรง
4. สร้างสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสุขกับการค้นพบตนเอง
5. สร้างสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนตื่นตา ตื่นใจกับวิธีการเรียนที่ใช้สมองซีกซ้าย – ซีกขวา
6. สร้างสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกียรติผู้เรียน และชื่นชมความหลากหลายของผู้เรียน

เพื่อให้เกิดความเข้าใจชัดเจนในการนำแนวความคิดเกี่ยวกับผู้เรียนแต่ละแบบ วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละแบบ และการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มศักยภาพด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MATจึงมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองการใช้สมองซีกซ้าย และซีกขวา โดยจัดกิจกรรมย่อยเป็น 8 ขั้นตอน เพื่อได้จัดกิจกรรมในแต่ละส่วน (4 ส่วน) ได้อย่างหลากหลาย และยืดหยุ่น และเพื่อสะดวกในการเตรียมการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 1 การใช้สมองซีกซ้าย และซีกขวาในการเรียนรู้แบบ 4 MAT

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
1. การใช้คำพูด การให้พูด อธิบาย	1. การใช้ภาพให้ดู การให้แสดงด้วยภาพ แผนภูมิ
2. การจัดลำดับหรือแสดงขั้นตอนตามลำดับ	2. การให้แสดงภาพรวม แสดงแบบที่เป็นธรรมชาติ ไม่มีการให้จัดกระทำ
3. การใช้เหตุผลเชิงตรรก/ และคณิตศาสตร์	3. การแสดงออกด้วยศิลปะ และดนตรีหรือการใช้ ศิลปะ และดนตรี
4. การให้เหตุผลด้วยหลักการ กฎ กติกา และ วิธีดำเนินการที่ถูกต้อง	4. การให้แสดงความคิดเห็น ความรู้สึก อารมณ์ เจต คติ
5. การให้วิเคราะห์	5. การให้คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ เปิดกว้าง

(ที่มา : วัชรฯ เล่าเรียนดี. 2553 : 99)

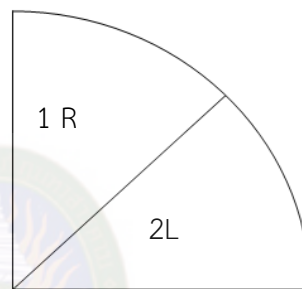
การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งส่งเสริมพัฒนาความรู้ ความคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา และวิธีการเรียนรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริม พัฒนาการใช้สมองซีกซ้าย และซีกขวาอย่างสมดุลกัน ในอันที่จะพัฒนาผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะด้วยวิธีการเรียนรู้ หรือแบบแผนการเรียนรู้ให้ได้พัฒนาเต็มศักยภาพ พร้อมกับเรียนรู้วิธีการเรียนรู้แบบอื่นๆ ในการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค 4 MAT ให้เกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผล ส่งผลให้ผู้เรียนโดยตรงนั้น ประกอบด้วย เป้าหมายสำคัญในการจัดการเรียนรู้ คือ

- 1) การจูงใจผู้เรียน (Motivator) ครูจะต้องสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน
 - 2) ผู้ให้ความรู้และทักษะ (Teacher) 3) ผู้คอยช่วยแนะนำ (Coach) และ 4) ผู้มอบงานของผู้เรียน
- เพื่อร่วมศึกษาสืบค้น ทดลองความรู้ใหม่ (Colleague in discovery) และที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT จะต้องตอบสนองต่อวิธีการเรียนรู้ (Learning style) ของผู้เรียนทั้ง 4 แบบ และตามลำดับขั้นของกระบวนการแบบ 4 MAT

3.5 รูปแบบการจัดการการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT

ในการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT ต้องคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนเป็นสำคัญ ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบ ในการสอนแต่ละครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความสุข ดังนี้(เชิธร พานิช. 2544 : 26 -30)

ผู้เรียนแบบที่ 1 เรียนรู้จากประสบการณ์ และการเฝ้าสังเกต(Imaginative learners)แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ



แผนภาพที่รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT เลี้ยวที่ 1

(ที่มา : เชิธร พานิช. 2544 : 26-30)

ขั้นที่ 1 (สมองซีกขวา R) สร้างประสบการณ์(Creating experience) ครูสร้างประสบการณ์ให้มีจุดประสงค์สอดคล้องกับหัวข้อที่จะเรียนด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนเข้าร่วมในสถานการณ์จำลองหรือบทบาทสมมุติ ซึ่งคนที่ถนัดในการใช้สมองซีกขวาจะเข้าร่วมกิจกรรมอย่างสนุกสนาน ส่วนคนที่ถนัดใช้สมองซีกซ้ายจะถอยออกมามองอยู่นอกวงคอยวิเคราะห์ว่ากำลังเกิดอะไรขึ้นอย่างไรก็ตาม ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความสงสัยตรงกันว่าทำไมต้องเรียนเรื่องนี้ (Why) และคงจะต้องเก็บความสงสัยต่อไปเพราะว่าแม้แต่จะเรียนเรื่องอะไรกันครูก็คงยังไม่บอกไม่มีการเขียนหัวข้อเรื่องไว้บนกระดานอย่างที่เคยปฏิบัติมา แต่จากการเข้าร่วมกิจกรรมนอกจากนักเรียนจะสามารถเข้าใจได้ด้วยตนเองถึงเหตุผลในการเรียนแล้ว ยังสามารถเข้าถึงความคิดรวบยอด (Concept) ของเรื่องที่กำลังจะเรียนได้อีกด้วย

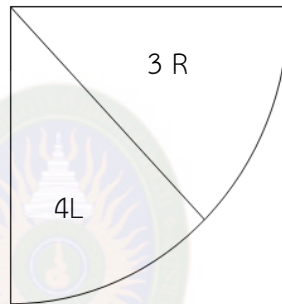
ขั้นที่ 2 (สมองซีกซ้าย L) วิเคราะห์ประสบการณ์ (Analyzing experience) ผู้เรียนวิเคราะห์ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยการอภิปรายเป็นหลักในขั้นนี้ผู้เรียนที่ถนัดในการใช้สมองซีกซ้ายจะเริ่มให้

ความสนใจ และมีโอกาสแสดงความสามารถ ส่วนครูนั้น ได้จังหวะจะค่อย ๆ ถอยออกมาเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงออกอย่างเต็มที่

1. บทบาทของครู เป็นผู้กระตุ้นสร้างแรงจูงใจ

2. วิธีการ คือ การใช้คำถามเร้าความสนใจ การอภิปราย การให้นักเรียนทำกิจกรรมการออกไปพบของจริง

ผู้เรียนแบบที่ 2 เรียนรู้จากการสังเกต แล้วนำไปสู่ความคิดรวบยอด (Analytic learners) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ



แผนภาพที่ 4 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT เลี้ยวที่ 2

(ที่มา : เชียร พานิช, 2544 : 26-30)

ขั้นที่ 3 (สมองซีกขวา) ปรับมวลประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด (Integrating reflections into concepts) เป็นจุดเชื่อมระหว่างประสบการณ์ส่วนตัวกับเรื่องราว และหลักการที่จะเรียนกันต่อไป ครูจะนำนักเรียนก้าวออกจากประสบการณ์เดิมที่เป็นรูปธรรมไปสู่ประสบการณ์ใหม่ที่เป็นนามธรรม (Concrete --> Abstract)

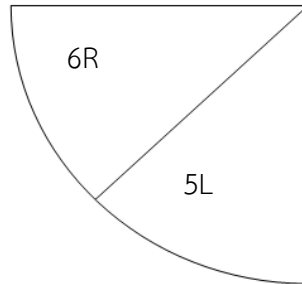
ขั้นที่ 4 (สมองซีกซ้าย L) พัฒนาเป็นทฤษฎี และความคิดรวบยอด (Developing theories and concepts) ผู้เรียนจะถามว่า “อะไร” (What) “เราจะเรียนอะไรกัน” เป็นการพูดถึงข้อเท็จจริงในขั้นนี้ ผู้เรียนจะเข้าถึงหัวใจของหัวข้อที่เรียนอยู่ ซึ่งผู้สอนควรเน้นเฉพาะข้อมูลข่าวสารที่สำคัญ ๆ เท่านั้น

1. บทบาทของครู คือ ผู้เตรียมข้อมูล ให้ข้อมูล สาริต

2. วิธีการ ให้นักเรียนค้นคว้า ครูให้ข้อมูล

ผู้เรียนแบบที่ 3 เป็นกระบวนการเรียนรู้อันเกิดจากความคิดรวบยอดไปสู่การปฏิบัติ (Commonsense learners) ซึ่งจะสะท้อนถึงระดับความเข้าใจของผู้เรียนแบบนี้ ผู้เรียนมีคำถามว่า “อย่างไร”

(How does it work ?) ดังนั้นการจัดสิ่งแวดลอมในด้านต่าง ๆ ให้มีความพร้อมเพื่อการทดลองหรือลงมือปฏิบัติจึงจำเป็นสำหรับผู้เรียนแบบนี้ โดยครูทำหน้าที่เป็นโค้ชคอยให้คำปรึกษาเท่านั้น



แผนภาพที่ 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยเทคนิค 4 MAT เลี้ยวที่ 3

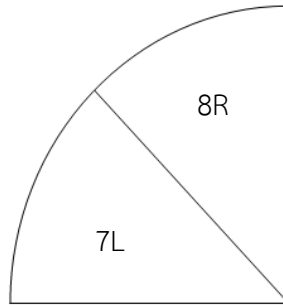
(ที่มา : เขียร พานิช, 2544 : 26-30)

ขั้นที่ 5 (สมองซีกซ้าย L) ทำตามหลักการ (Working on defined concepts) โดยทั่วไปนักเรียนจะทำตามคำสั่ง เช่นทำแบบฝึกหัด ทดลองตามที่ครูกำหนดให้ เพื่อทบทวนความรู้ที่เรียนมา

ขั้นที่ 6 (สมองซีกขวา R) ต่อเติมเสริมแต่ง (Messing around) การบูรณาการที่แท้จริงเกิดขึ้นในขั้นนี้ นักเรียนมีอิสระมากขึ้น

1. บทบาทครู คือ ผู้ให้คำแนะนำ ผู้อำนวยความสะดวกให้ความช่วยเหลืออยู่เบื้องหลัง
2. วิธีการ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

ผู้เรียนแบบที่ 4 เรียนจากการลงมือปฏิบัติซึ่งจะเป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมต่อไป (Dynamic learner) เป็นการท้าทายความสามารถในการใช้วิชาความรู้ที่สะสมมา คำที่อยู่ในใจของผู้เรียนแบบนี้ คือ “ถ้า” (if.....) “จะนำไปใช้อย่างไร” แล้วจะเกิดอะไรขึ้นอีก” ผู้เรียนแบบนี้จะสนุกกับการได้ค้นพบด้วยตนเอง (Self-discovery method) ซึ่งครูอาจจะเรียนรู้ไปพร้อมกับนักเรียนด้วยก็ได้



แผนภาพที่ 6 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT เลี้ยวที่ 4

(ที่มา : เขียร พานิช.2544 : 26-30)

ขั้นที่ 7 (สมองซีกซ้าย L) หาทางนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ (Analyzing their own application of the concepts for usefulness) ผู้เรียนจะวิเคราะห์แผนงาน หรือผลงาน โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับเนื้อหา และทักษะของตนเอง คุณภาพ และความคิดสร้างสรรค์

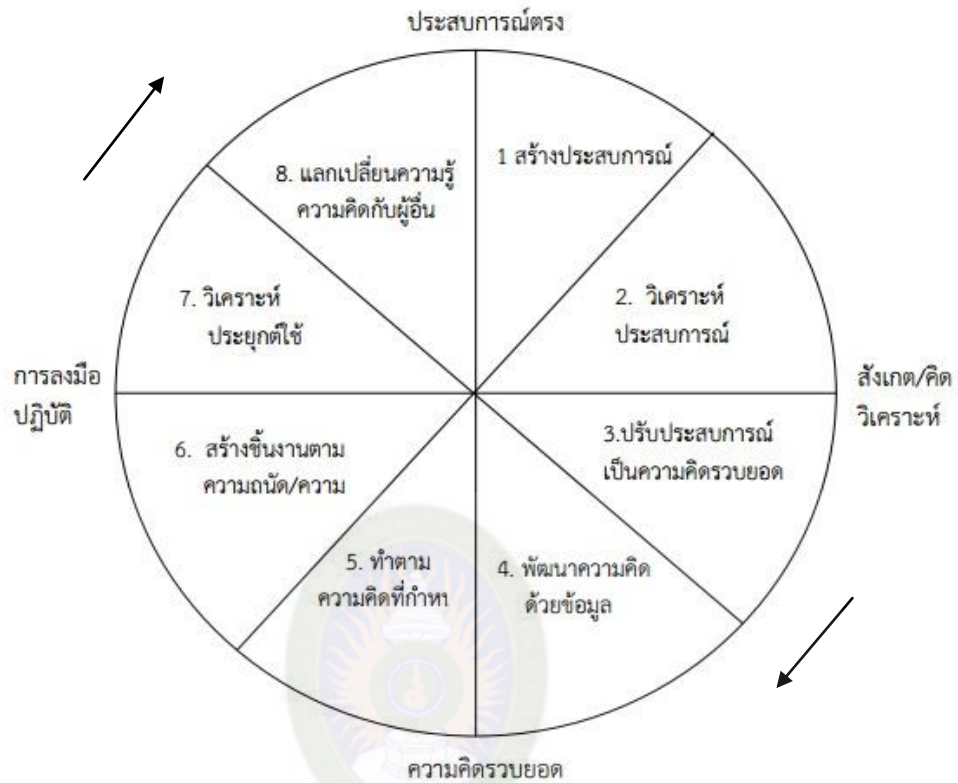
ขั้นที่ 8 (สมองซีกขวา R) ลงมือปฏิบัติทำงานให้สำเร็จ และแลกเปลี่ยนความรู้กับคนอื่น (Do it themselves and sharing what they do with others) ในที่สุดก็เวียนมาที่จุดเริ่มต้นอีกครั้งหนึ่ง แต่แตกต่างไปจากการเริ่มต้นในรอบที่หนึ่ง นั่นคือนักเรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

1. บทบาทครู เป็นผู้ประเมิน/ผู้ซ่อมเสริมรวมทั้งผู้เรียนร่วมกัน

2. วิธีการ การค้นหาตนเอง การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแนะนำผู้อื่น

สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแบบ 4 MAT เป็นความพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาสมองทั้งซีกซ้าย และซีกขวาสลับกัน ไปเพื่อสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนทำให้เกิดสมดุลในการพัฒนาผู้เรียน ให้เต็มศักยภาพ นอกจากนี้ยังเป็นแนวการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

จากการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT ทั้ง 8 ขั้น สามารถเขียนสรุปดังแสดงในภาพที่ 7 (เขียร พานิช.2544 : 35)



แผนภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT (ที่มา :เรีชร พานิช. 2544 : 35)

จากภาพที่ 7 สรุปได้ว่า ลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT มี 8 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นที่ 1 สร้างประสบการณ์
- ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์
- ขั้นที่ 3 พัฒนาประสบการณ์เป็นความคิดรวบยอด
- ขั้นที่ 4 พัฒนาความรู้ความคิด
- ขั้นที่ 5 ปฏิบัติตามแนวคิดที่ได้เรียนรู้
- ขั้นที่ 6 สร้างสรรค์ผลงานของตนเอง
- ขั้นที่ 7 วิเคราะห์ผลงาน และประยุกต์ใช้
- ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ความคิด

ปัจจุบันมีการนำการบริหารสมอง (Brain Gym) มาใช้ในการกระตุ้นการทำงานของสมอง ทั้ง สองซีกให้มีการทำงานอย่างสมดุล แข็งแรง ช่วยให้เกิดทักษะที่สำคัญต่อการเรียนรู้ เช่น ทักษะการ แสวงหาความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาการทางภาษา เป็นต้น และความจำที่ดีเมื่อสมอง และร่างกาย รู้สึกผ่อนคลาย และพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ รอบตัว การบริหารสมองเป็นการเคลื่อนไหวร่างกายซึ่งช่วยให้สมองทำงานอย่างดี และเกิดการเรียนรู้ และปฏิบัติ (ทิสนา แคมมณี. 2550 : 8)

สรุปได้ว่า สมองแต่ละซีกมีหน้าที่แตกต่างกัน สมองซีกซ้ายสั่งการทำงานเกี่ยวกับคำภาษา ตัวเลข การคิดวิเคราะห์ และการแสดงออก ส่วนสมองซีกขวา จะสั่งการทำงานเกี่ยวกับจังหวะ ดนตรี ศิลปะ จินตนาการ การสร้างภาพ การสังเคราะห์ การเห็นภาพรวม การจำ และความคิดสร้างสรรค์การบริหารสมองจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริม และกระตุ้นการทำงานของสมองได้เป็นอย่างดี

3.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT

การจัดการการเรียนรู้โดยเทคนิค 4 MAT เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้เรียน และผู้สอนดังที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT ไว้ดังต่อไปนี้

3.6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเป็นกลุ่ม และเป็นรายบุคคลมีกระบวนการจัดกิจกรรมที่หลากหลายที่พัฒนาสมองซีกซ้ายซีกขวานักเรียนได้พัฒนาศักยภาพของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้น(ศรีไพร พนมศรี. 2550 : 84)

3.6.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MAT เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่คำนึงถึงการพัฒนาสมองทั้งซีกซ้าย และซีกขวา และคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน 4 แบบเด็กแต่ละคนเรียนรู้ได้หลายวิธี และเด็กแต่ละคนจะมีวิธีการเรียนที่ตนเองชอบซึ่งไม่เหมือนกัน ทำให้นักเรียนมีโอกาสค้นพบความสามารถของตัวเอง เมื่อผู้เรียน ได้เรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนเองชอบ และมีความถนัด ผู้เรียนก็จะมีความสุขในการเข้าร่วมกิจกรรม ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาศักยภาพของสมองได้เต็มที่ อันจะส่งผลให้นักเรียนจะประสบความสำเร็จในการเรียนได้ดีขึ้น(พิพิธพร ต้นสวรรค์. 2554 : 66)

3.6.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ เทคนิค 4 MAT เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้พื้นฐานของนักเรียน 4 แบบ สามารถตอบสนองความต้องการ และพัฒนาทางสมองของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความรู้สึก ทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ความคิด และการกระทำเพื่อสร้าง

ผลงานแห่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย แนวการจัดกระบวนการเรียนรู้ลักษณะนี้จะช่วยให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา สนุกสนาน มีกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาทำให้ครู และนักเรียนไม่เบื่อหน่ายซ้ำซาก อยู่ในบรรยากาศของห้องเรียนอย่างเดียว ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น (พัฒนา ถาวร. 2555 : 101)

3.6.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MATเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนของเนื้อหา และกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ชัดเจน เป็นระบบ กิจกรรมมีหลากหลาย สอดคล้องกับการทำงานของสมอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าถูกท้าทาย และไม่น่าเบื่อ แต่จะเรียนด้วยความสนุก เพลิดเพลิน และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ สามารถเวียนซ้ำได้อีกในหัวข้อเดียวกัน ประสบการณ์เดิมจะเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทำให้มีความลึกซึ้งในเรื่องนั้นมากขึ้น ส่งผลให้นักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถอย่างเต็มศักยภาพของตนเอง ผู้เรียนมีโอกาสค้นพบความสามารถของตนเอง สร้างความคิดรวบยอดได้จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างอิสระไปที่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น (พิพิธพร ต้นสวรรค์. 2554 : 66)

จากที่กล่าวไว้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค 4 MATเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการทำงานของสมองทั้งซีกซ้าย และขวา อีกทั้งยังมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย ช่วยให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวา สนุกสนาน มีกิจกรรมที่เปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาทำให้ครู และนักเรียนไม่เบื่อหน่ายซ้ำซาก และได้สนองตอบความถนัด และความต้องการของผู้เรียนทุกรูปแบบ

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัด และประเมินผลการสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพนั้นได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน (พิมพ์พันธ์เดชะคุปต์ และเพียวอินดิสุข.2550 : 125)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงพฤติกรรมหรือคุณลักษณะต่างๆ ทั้งทางด้านความรู้ ทางด้านความสามารถ ประสบการณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิด

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ส่งผลทำให้แต่ละบุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรม ในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพสมอง โดยสังเกต และวัดได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ทั้งด้านความคิด ด้านจิตใจ และความสัมพันธ์ระหว่างกล้ามเนื้ออกับจิตใจ (สุริยานี สือนิ. 2554 : 59)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ความสามารถทางการเรียนของผู้เรียนทั้งในด้านการศึกษาเล่าเรียน และการปฏิบัติ ซึ่งสามารถวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์(กรณีการ ภิรมย์รัตน์. 2554 : 6)

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ทั้งความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัยด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

4.2 การวัด และประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

การวัด และประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการพิจารณาผลที่เกิดจากการวัดการเรียนรู้ในภาพรวมการประเมินผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงประกอบด้วย การประเมินความเข้าใจกระบวนการวิทยาศาสตร์ เจตคติ วิทยาศาสตร์ทักษะการใช้ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบในการปฏิบัติงาน วิทยาศาสตร์ซึ่งความก้าวหน้าด้านต่างๆของผู้เรียนจะส่งผลต่อจุดประสงค์ของรายวิชา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และมาตรฐานการเรียนรู้ที่สถานศึกษากำหนดไว้ การวัด และประเมินผลตัวผู้เรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงวัด และประเมิน 2 แนวทางคือการวัด และประเมินผลตามคู่มือ Taxonomy of educational objectives ของ Bloom (บุญชม ศรีสะอาด.2546 : 122-123) และการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) พฤติกรรมที่ต้องการทำการวัดประเมินผู้เรียนดังนี้

4.2.1ด้านความรู้ความจำหมายถึงความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริงศัพท์นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึกเรียกชื่ออ่านสัญลักษณ์ และระลึกข้อสรุปได้ การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละสิบของข้อสอบทั้งหมด

4.2.2 ด้านความเข้าใจหมายถึงความสามารถในการอธิบาย การแปลความ การตีความสร้างข้อสรุปขยายความนักเรียนมีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์การอธิบายชี้แนะ การจำแนกเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผลจับใจความเขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความเห็นอ่านกราฟแผนภูมิ และแผนภาพได้

1. พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

- 1) ความสามารถอธิบายความเข้าใจต่างๆได้ด้วยตนเอง
- 2) ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปสถานการณ์ใหม่
- 3) ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

2. การวัดพฤติกรรมความเข้าใจลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่างๆด้วยคำพูดของตัวเองหรือให้ระบุข้อเท็จจริงมโนทัศน์ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ สัญลักษณ์รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

4.2.3 ด้านการนำไปใช้เป็นการวัดความสามารถด้านการนำเอาความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้หรือแก้ปัญหาในเหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมการเขียนคำถามในระดับนี้อาจเขียนคำถามความสอดคล้องระหว่างวิชา และการปฏิบัติตามให้อธิบาย หลักวิชา ถามให้แก้ปัญหา ถามเหตุผลของภาคปฏิบัติ

4.2.4 ด้านการวิเคราะห์ เป็นการวัดความสามารถในการแยกแยะหรือแจกแจงรายละเอียดของเรื่องราว ความคิด การปฏิบัติออกเป็นระดับย่อยๆ โดยอาศัยหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆเพื่อค้นพบข้อเท็จจริง และคุณสมบัติบางประการคำถามระดับการวิเคราะห์แบ่งออก 3 ประเภท คือการวิเคราะห์ ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ

4.2.5 ด้านการสังเคราะห์เป็นการวัดความสามารถในการรวบรวม และผสมผสานในด้านรายละเอียดหรือเรื่องราวปลีกย่อยของข้อมูลสร้างเป็นสิ่งที่แตกต่างจากเดิมความสามารถดังกล่าวเป็นพื้นฐานของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คำถามระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่การสังเคราะห์ข้อความการสังเคราะห์แผนงาน การสังเคราะห์ความสัมพันธ์

4.2.6 ด้านการวัด และประเมินค่าเป็นการวัดความสามารถในการสรุปค่าหรือตีราคาเกี่ยวกับเรื่องราวความคิด พฤติกรรมว่าดี-เลว เหมาะสม-ไม่เหมาะสมเพื่อหาจุดประสงค์บางประการมาอ้างโดยใช้เกณฑ์ภายใน และการประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอก

ดังนั้นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์จะเป็นไปตามแนวคิดของ Bloom โดยเป็นการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ด้าน คือความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ด้านการประเมินค่าซึ่งผู้วิจัยใช้เป็นแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาในการวิจัยครั้งนี้

4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทที่ครูสร้างมีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

4.3.1 ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or Essay test) เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถามแล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรีเขียนบรรยายตามความรู้ และเขียนข้อคิดเห็นของแต่ละคน

4.3.2 ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกแต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้ามเช่นถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

4.3.3 ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์แล้วให้ตอบเติมคำหรือประโยคหรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้นเพื่อให้มีความสมบูรณ์ และถูกต้อง

4.3.4 ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short answer test) เป็นข้อสอบที่คล้ายกับข้อสอบ แบบเติมคำแต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆเขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์)แล้วให้ผู้ตอบเขียนตอบคำตอบที่ต้องการจะสั้น และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

4.3.5 ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 คู่แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่งซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

4.3.6 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนั้นจะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกลวงปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้พิจารณาแล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่นิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นวิธีการวัดประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งมีการสร้างแบบทดสอบหลากหลายได้แก่ข้อสอบอัตนัยหรือความเรียงข้อสอบแบบกาถูกกาผิดข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบตอบสั้นๆข้อสอบแบบจับคู่ และข้อสอบแบบเลือกตอบในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบเนื่องจากเป็นแบบทดสอบที่สามารถวัดพฤติกรรมทั้ง6ด้านได้แก่ด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า

4.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี(พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2551 : 135 – 161)

4.4.1ความเที่ยงตรงเป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

4.4.2ความเชื่อมั่นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือสามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่นถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดีเมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

4.4.3ความเป็นปรนัยเป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจนเฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกันเมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกันข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4.4.4การถามถึงหมายถึงไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอนแต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

4.4.5ความยากง่ายพอเหมาะหมายถึงข้อสอบที่บอกให้ทราบว่ามีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อยถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีคามหมายเพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมดก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

4.4.6อำนาจจำแนกหมายถึงแบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน โดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

4.47 ความยุติธรรมคำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้อง และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกี่ยวข้องกันซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึกมีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้และกระบวนการแสวงหาความรู้ในการแสวงหาความรู้นั้นต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์คือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Process Skills)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intelligent Skills) หรือเป็นทักษะการคิดที่นักวิทยาศาสตร์และผู้นำทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาใช้ในการค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาต่างๆ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่ 9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมีดังนี้ (วรรณทิพารอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์เดชะกุลปต์.2551 : 3-6)

1. การสังเกต (Observing Skill)
2. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring Skill)
3. การจำแนกประเภท (Classifying Skill)
4. การวัด (Measuring Skill)
5. การคำนวณ (Using Numbers Skill)
6. การสื่อความหมาย (Communicating Skill)
7. การพยากรณ์ (Predicting Skill)
8. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกับเวลา (Using Space/Time Relationships)
9. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
10. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypotheses)
11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally)

12. การทดลอง (Experimenting Skill)

13. การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

1.การสังเกต (Observing Skill) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันได้แก่ตาหูจมูกลิ้นผิวหนังเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ได้ใช้ความเห็นของผู้สังเกตลงไปข้อมูลที่ได้รับการสังเกตประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็นได้จากวัตถุหรือเหตุการณ์นั้นความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ประกอบด้วย การชี้บ่ง และการบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างบรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณและบรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต

ประเภทของการสังเกต

1.1 การสังเกตเชิงคุณลักษณะ (Qualitative Observation) เป็นวิธีการสังเกตที่ต้องการบอกถึงรูปร่างลักษณะของสิ่งที่สังเกตและสมบัติเฉพาะของสิ่งต่างๆ โดยไม่ต้องบอกปริมาณเช่นสีกลิ่นรสเสียง และความรู้สึกต่อการสัมผัสในการระบุลักษณะควรใช้ประสาทสัมผัสหลายอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ในการบันทึกข้อมูลควรระบุด้วยว่าข้อมูลส่วนนั้นได้มาจากประสาทสัมผัสส่วนไหน

1.2 การสังเกตเชิงปริมาณ(Quantitative Observation) เป็นวิธีการสังเกตที่บอกรายละเอียดที่บอกปริมาณเกี่ยวข้องกับขนาดน้ำหนักปริมาตรความกว้างความยาวมวลปริมาณอุณหภูมิค่าต่างๆ เป็นต้น

1.3 การสังเกตเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Observation) เป็นวิธีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบๆตัวสำหรับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการสังเกตต้องฝึกสังเกตทั้งสองอย่างควบคู่กันเช่นนำสารเคมีชนิดหนึ่งละลายของเหลวสังเกตดูว่ามีการละลายดีหรือไม่ถ้าละลายดีนำไปต้มให้ร้อนแล้วให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงหลังจากนั้นต้องสังเกตทั้งเชิงคุณลักษณะและเชิงปริมาณเช่นกันเมื่อนำข้อมูลทั้งสองระยะเปรียบเทียบกันนำไปตีความหมายและสรุปผลในการศึกษาการสังเกตการเปลี่ยนแปลงนี้มีความสำคัญมาก

1.4 การบันทึกผลการสังเกตเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการสังเกตเมื่อสังเกตทุกครั้งต้องมีการบันทึกผลการสังเกตให้ครบถ้วนเพื่อเก็บข้อมูลที่บันทึกนั้นไว้เป็นหลักฐานสำหรับอ้างอิงหรือยืนยันต่อไปการบันทึกเวลาการสังเกตต่างทำควบคู่กันไปและต้องบันทึกตามความเป็นจริงโดยไม่ใส่ความ

คิดเห็นผู้สังเกตลงไปด้วยการบันทึกและการสังเกตผู้สังเกตอาจจะบันทึกเองหรือให้บุคคลอื่นช่วยบันทึกก็ได้การบันทึกผลการสังเกตมีหลายแบบเช่นการบันทึกลงในตารางข้อมูลเขียนเป็นลายลักษณ์อักษรเขียนเป็นรูปภาพบันทึกเครื่องบันทึกเสียงการถ่ายภาพนิ่งการถ่ายภาพยนตร์เป็นต้นกรณีเป็นการสำรวจหรือการทดลองควรทำตารางบันทึกข้อมูลไว้ก่อนการสังเกตจะทำให้เก็บข้อมูลได้รวดเร็วและตรงจุดประสงค์

2.การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring Skill) หมายถึงการเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้คือการอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลโดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

3.การจำแนกประเภท(Classifying Skill) หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือนความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ความสามารถว่าเกิดทักษะนี้แล้วได้แก่การแบ่งพวกของสิ่งต่างๆจากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้นอกจากนั้นสามารถเรียงลำดับสิ่งของด้วยเกณฑ์ของตัวเองพร้อมทั้งบอกได้ว่าผู้อื่นแบ่งพวกของสิ่งนั้น โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์การพิจารณาความสามารถในการจำแนกประเภทอาจแบ่งออกได้เป็น 4 กรณี คือ

3.1 เมื่อวัตถุหรือเหตุการณ์หลายอย่างรวมกันอยู่สามารถจัดแยกสิ่งของเหล่านี้ออกเป็นประเภทต่างๆได้โดยกำหนดเกณฑ์ขึ้นเอง

3.2 เมื่อจัดวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆได้ผู้จัดจำแนกใช้อะไรเป็นเกณฑ์

3.3เมื่อกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกมาใช้สามารถจัดวัตถุหรือเหตุการณ์แต่ละอย่างเข้าไว้ตามหมวดหมู่ไว้ถูกต้อง

3.4 เมื่อกำหนดข้อมูลหรือวัตถุชุดหนึ่งมาให้และสามารถจัดเรียงอันดับได้ถูกต้อง

4.การวัด (Measuring Skill)หมายถึงการเลือกใช้เครื่องมือ และการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัดแสดงวิธีใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือรวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดรูปแบบของการวัดในการหาปริมาณของสิ่งต่างๆด้วยการวัดกระทำได้

4.1การนับจำนวนเป็นการวัดที่ง่ายที่สุด

4.2 การวัดโดยตรงเป็นการวัดที่ใช้เครื่องมือสำหรับวัดหาปริมาณอ่านค่าได้โดยตรง

4.3การวัดทางอ้อมเป็นการวัดแล้วนำผลมาคำนวณเพื่อหาค่าต่อไปหน่วยการวัดในทางวิทยาศาสตร์หน่วยการวัดต้องมีปริมาณของหน่วยการวัดกำกับเสมอหน่วยสำหรับการวัดที่กำหนดขึ้นเองคือหน่วยกลางหน่วยที่ใช้กันทั่วๆไปคือหน่วยมาตรฐาน

5.การคำนวณ (UsingNumbers Skill) หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวกลบคูณหารหรือการหาค่าเฉลี่ยความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ได้แก่การนับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้องเช่น ใช้ตัวเลขแทนจำนวนในการนับได้ตัดสินใจได้ว่าวัตถุในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือแตกต่างกันเป็นต้นการคำนวณเช่นบอกวิธีคำนวณคิดคำนวณ และแสดงวิธีคำนวณได้อย่างถูกต้อง และประการสุดท้ายคือการหาค่าเฉลี่ยเช่นการบอกและแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยได้ถูกต้อง

6.การสื่อความหมาย(Communicating Skill) หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆมาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะนำเสนอในรูปแบบตารางแผนภูมิแผนภาพ ไดอะแกรมกราฟสมการการเขียนบรรยายเป็นต้นความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้แล้วคือการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจดีขึ้น โดยจะต้องรู้จักเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้อย่างเหมาะสมบอกเหตุผลในการเสนอข้อมูลในการเลือกแบบเสนอข้อมูลนั้นการเสนอข้อมูลอาจจะกระทำได้หลายแบบดังที่กล่าวมาแล้ว โดยเฉพาะการเสนอข้อมูลในรูปแบบของตารางการบรรจุข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตารางปกติจะใส่ค่าของตัวแปรอิสระไว้ทางซ้ายมือของตาราง และค่าตัวแปรตามไว้ทางขวามือของตารางโดยเขียนค่าของตัวแปรอิสระไว้ให้เรียงลำดับจากค่าน้อยไปหามากหรือจากค่ามากไปหาน้อย

ในการสื่อความหมายข้อมูลที่ได้จัดกระทำแล้วอาจทำได้หลายรูปแบบดังนี้

6.1 ใช้ข้อความบรรยายข้อมูลหมายถึงข้อความที่รัดกุมชัดเจนที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการสื่อความหมาย

6.2 ใช้สัญลักษณ์ตัวอักษรหรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อแทนข้อความบางอย่างทั้งนี้เพื่อให้รัดกุมสะดวกและเข้าใจตรงกัน

6.3 ใช้สมการทางวิทยาศาสตร์เป็นการแสดงผลสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรซึ่งสามารถสื่อความหมายได้รัดกุมเที่ยงตรงเข้าใจง่าย

6.4 ใช้แผนภาพแสดงลักษณะหรือโครงสร้างที่สำคัญของสิ่งที่ต้องการสื่อความหมายโดยจะเว้นส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยไว้

6.5 ใช้แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆที่สังเกตได้จากข้อมูลที่ต้องเน้นให้เห็น

6.6 ใช้แผนที่แสดงอาณาเขตหรือบริเวณพื้นที่ไว้เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างๆของข้อมูลในบริเวณพื้นที่นั้น

6.7 ใช้รูปภาพที่ได้จากการวาดหรือถ่ายเอกสารของจริงแสดงให้เห็นข้อมูลในลักษณะที่เหมือนของจริง

6.8 ใช้ตารางแสดงข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการวัดหรือการทดลองข้อมูลดังกล่าวให้เขียนลงในตารางเพื่อสะดวกในการดู และง่ายต่อการตีความหมายต่อไป

6.9 ใช้แผนสถิติเป็นกราฟเสนอข้อมูลที่เป็นตัวเลขเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาแผนสถิติมีหลายแบบได้แก่แบบแท่งแบบวงกลม

7.การพยากรณ์(Predicting Skill) หมายถึงการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นหลักการกฎหรือทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุปเช่นการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟซึ่งทำได้สองแบบคือการพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่เช่นการพยากรณ์ผลของข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นต้น

8.การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา(Using Space/Time Relationships) สเปสของวัตถุหมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองอยู่ซึ่งอาจจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติคือความกว้างความยาว และความสูงความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติกับ 2 มิติความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสได้แก่การชี้บ่งรูป 2 มิติ และ 3 มิติได้สามารถวาดภาพ 2 มิติจากวัตถุหรือจากภาพ 3 มิติได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลาได้แก่การบอกตำแหน่งและทิศทางของวัตถุโดยใช้ตัวเองหรือวัตถุอื่นเป็นเกณฑ์บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งเปลี่ยนขนาดหรือปริมาณวัตถุกับเวลาได้

9.การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) การกำหนดตัวแปรหมายถึงการชี้บ่งตัวแปรต้นตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆสำหรับตัวแปรนั้นหมายถึงสิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้เช่นอายุความสูงประเภทของรถอุณหภูมิระดับการศึกษา เป็นต้น

ตัวแปรต้นหมายถึงสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆหรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตามหมายถึงสิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้นเมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุ เปลี่ยนไปตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุมหมายถึงสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนถ้าหากว่าไม่มีการควบคุมเหมือนกัน

10. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองเป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์สมมุติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการกฎหรือทฤษฎีมาก่อนสมมุติฐานคือคำตอบที่คิดว่าไว้ล่วงหน้ามีกล่าวไว้ที่เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ซึ่งทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนสมมุติฐานหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการตั้งสมมุติฐานคือการบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งอาจมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมุติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมของตัวแปรนั้นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นสามารถบอกให้ทราบถึงการออกแบบการทดลองซึ่งต้องทราบว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้นตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่

11. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally) หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวกับการทดลองนั้น

12. การทดลอง (Experimenting Skill) หมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ชั้นคือ

12.1 การออกแบบการทดลองหมายถึงการวางแผนจากการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลองหมายถึงการลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลองหมายถึงการจดบันทึกจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกตการวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องการบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระบนแกนนอนและค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสมพร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของค่าของตัวแปรทั้งสองบนกราฟด้วย

ในการทดลองแต่ละครั้งจำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องคือสามารถที่จะบอกชนิดของตัวแปรในการทดลองว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรอิสระตัวแปรตามหรือตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่ในการทดลองหนึ่งๆจะต้องมีตัวแปรตัวหนึ่งเท่านั้นที่มีผลต่อการทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าผลที่ได้เกิดจากตัวแปรนั้นจริงๆจำเป็นต้องควบคุมตัวแปรอื่นไม่ให้มีผลต่อการทดลองซึ่งเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรที่ต้องการควบคุมให้คงที่

13.การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป(Interpreting Data And Making Conclusion)การตีความหมายข้อมูลหมายถึงการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่นๆด้วยเช่นนี้การสังเกตการใช้ตัวเลขเป็นต้น และการลงข้อสรุปหมายถึงการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดความสามารถที่ทำให้เห็นว่าเกิดทักษะการลงข้อสรุปคือบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้เช่นนี้การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรบนกราฟถ้าเป็นกราฟเส้นตรงก็สามารถอธิบายได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับตัวแปรตามขณะที่ตัวแปรอิสระเปลี่ยนแปลงหรือถ้าลากกราฟเป็นเส้นโค้งให้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนที่กราฟเส้นโค้งจะเปลี่ยนแปลงทิศทางและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหลังจากที่กราฟเส้นโค้งเปลี่ยนทิศทางแล้ว

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะคือ ทักษะการสังเกตทักษะการวัดทักษะการจำแนกประเภททักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลาทักษะการคำนวณทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการพยากรณ์

6. การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

6.1 การคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหาหมายถึงความสามารถทางสมองในการขจัดสภาวะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้นโดยพยายามปรับตัวเอง และสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง โดยที่ในชีวิตประจำวันของคนเรานั้นมักจะพบปัญหาต่างๆมากมายผู้คิดแก้ปัญหาจะต้องศึกษาถึงสาเหตุที่มาของปัญหาซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันและจะพยายามคิดค้นหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดเพื่อจะแก้ไขการคิดหาวิธีการอาจได้มาโดยการศึกษาหาความรู้จากแหล่งต่างๆการขอคำปรึกษาจากผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นมาก่อนแล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีที่ดีที่สุดในการตัดสินใจนั้นไม่ว่าเรื่องเล็กหรือเรื่องใหญ่ซึ่งมักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบในการคิดของตนเองเนื่องมาจากการเจริญเติบโตลักษณะนิสัยที่มี

ส่วนสัมพันธ์กับรูปแบบการคิดที่จะทำให้เราพบทางเลือกใหม่ และวิธีการแก้ปัญหาที่แตกต่างออกไปจากเดิม (สุวิทย์มูลคำ. 2551 : 4)

การคิดแก้ปัญหาถือว่าเป็นพื้นฐานสำคัญที่สุดของการคิดทั้งหมดการคิดแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญต่อวิถีการดำเนินชีวิตในสังคมมนุษย์ทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นทักษะที่เกี่ยวข้อง และมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ผู้มีทักษะการคิดแก้ปัญหาก็จะสามารถเผชิญกับภาวะสังคมเคร่งเครียดได้อย่างเข้มแข็งทักษะการแก้ปัญหาจึงมิใช่เพียงการรู้จักคิด และการรู้จักใช้สมองหรือเป็นทักษะที่มุ่งพัฒนาสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียวเท่านั้นแต่ยังเป็นทักษะที่สามารถพัฒนาทัศนคติวิธีคิดค่านิยมความรู้ความเข้าใจในสภาพการณ์ของสังคมได้อีกด้วย(ประพันธ์ศิริสุเสารัจ. 2551 : 103)

6.2 ขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา

ขั้นตอนของการคิดแก้ปัญหา(สุวิทย์มูลคำ.2551 : 27 -28) สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาเป็นการทบทวนปัญหาที่พบเพื่อทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆรวมทั้งกำหนดขอบเขตของปัญหา

ขั้นที่ 2 ตั้งสมมติฐานหรือหาสาเหตุของปัญหาเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหาโดยใช้ความรู้ และประสบการณ์ช่วยในการคาดคะเนรวมทั้งการพิจารณาสาเหตุของปัญหาว่ามาจากสาเหตุอะไร หรือจะมีวิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีใดบ้างซึ่งควรตั้งสมมติฐานไว้หลายๆอย่าง

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหาเป็นการคิดหาวิธีการเทคนิคเพื่อแก้ปัญหา และกำหนดขั้นตอนย่อยของการแก้ปัญหาไว้อย่างเหมาะสม

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นการหาความรู้จากแหล่งต่างๆตามแผนที่วางไว้ซึ่งขั้นนี้จะ เป็นขั้นทดลอง และลงมือแก้ปัญหาค้าง

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล และทดสอบสมมติฐานเป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาทำการวิเคราะห์วินิจฉัยว่ามีความถูกต้องเที่ยงตรง และเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด และทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 6 สรุปผลเป็นการประเมินผลวิธีแก้ปัญหาหรือตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ได้ผลที่สุด โดยอาจสรุปในรูปของหลักการที่จะนำมาอธิบายคำตอบตลอดจนนำความรู้ไปใช้

อย่างไรก็ตามเนื่องจากปัญหามีมากมายหลายลักษณะดังนั้นกระบวนการคิดแก้ปัญหาก็เช่นกันสามารถเลือกปรับตามบริบท และสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง

6.3 ความคิดตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

6.3.1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการแก้ปัญหาด้วยการสังเกตการณ์ (investigation) เพื่อพิสูจน์แยกประเภท และแปลความหมายของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบ และมีจุดมุ่งหมายซึ่งมีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. เป็นกระบวนการที่เป็นระบบระเบียบทั้งในด้านการตั้งปัญหาตั้งสมมติฐาน และวิธีดำเนินการหาคำตอบต้องกระทำเป็นขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบแน่นอนอาศัยหลักเหตุผล และมีความสอดคล้องกันระหว่างทฤษฎีกับกฎเกณฑ์ต่างๆ

2. ใช้วิธีตรรกวิทยาในการหาเหตุผลกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะหาเหตุผลโดยใช้วิธีการตรรกวิทยาวิเคราะห์ข้อปัญหาที่เกิดความสงสัย และทดสอบหาความจริงหลายๆครั้งเพื่อให้แน่ใจก่อนจึงได้สรุปผล

3. เน้นความจริงเป็นหลักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะกระทำโดยปราศจากอคติส่วนตัว ผลการศึกษาจะต้องเห็นข้อเท็จจริงที่ไม่ใช่การคาดเดาหรือเป็นความจริงที่พิสูจน์ไม่ได้

4. เป็นกระบวนการเพื่อเสาะหาความรู้ด้วยการรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์แยกรายละเอียดให้เป็นส่วนย่อยๆเพื่อให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ต่างๆ

5. เป็นการสังเคราะห์ด้วยการรวบรวมองค์ประกอบหรือช่วยย่อยๆหลายๆอย่างเข้าด้วยกัน และหาความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุ และผลกันจัดเป็นระเบียบได้ข้อเท็จจริงใหม่

6. เป็นการสะสม (Accumulation) ความรู้ทฤษฎีกฎต่างๆไว้ด้วยกัน และมีการแก้ไขคัดแปลงสิ่งเหล่านี้อยู่เสมอ

7. เป็นกระบวนการที่เชื่อถือได้ (Reliable) เพื่อหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ที่ได้จะเป็นความรู้ที่แน่นอนถูกต้อง และเชื่อถือได้เป็นที่ยอมรับของบุคคลทั่วไป

6.3.2 กระบวนการแก้ปัญหา เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายในปัจจุบันการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยกระบวนการนี้จะต้องดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกตข้อเท็จจริงทั่วไปเป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจ และสงสัยเราจะใช้การสังเกตข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาติซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เราสนใจหรือสงสัยเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจได้ชัดเจนแจ่มแจ้ง

2. การกำหนดสมมติฐานเป็นการคาดคะเนเกี่ยวกับข้อเท็จจริงโดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตแล้วคาดคะเนล่วงหน้าเพื่อเป็นแนวทางในการตรวจสอบ

3.การทดสอบสมมติฐานเป็นการดำเนินการเพื่อพิสูจน์ข้อเท็จจริงตามแนวทางที่คาดคะเนไว้ในสมมติฐานการทดสอบจะเป็นการยืนยันความเชื่อถือได้ของข้อเท็จจริงใด ๆ นั้น

4.การทำซ้ำเป็นการทดสอบข้อเท็จจริงซ้ำๆ เพื่อยืนยันความเชื่อถือได้ และเป็นแนวทางในการนำข้อเท็จจริงที่ทราบไปใช้ประโยชน์

6.4 การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Science Cognitive Preference) คือความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นความสามารถเฉพาะบุคคลซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ วุฒิภาวะทางสมอง สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน ความพร้อม และการฝึกฝนกระบวนการคิดแก้ปัญหา (วิชชุตตา อ้วนศรีเมือง. 2554 : 41)

6.4.1 การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มี 6 ขั้นตอน (ประพันธ์ศิริสุเลารัจ. 2551 : 107 - 110) ดังนี้

1. ขั้นตระหนักรู้เป็นขั้นตระหนักรู้ถึงสิ่งที่ทำให้เป็นปัญหา และกำหนดประเด็นปัญหา
2. ขั้นรวบรวมข้อมูลหรือขั้นค้นหาความจริงเป็นขั้นพิจารณาถึงสิ่งที่ทำให้เกิดขึ้นเก็บรวบรวมข้อมูลสอบถาม และจัดเรียงให้เป็นหมวดหมู่
3. ขั้นพบปัญหาที่แท้จริงเป็นขั้นตอนที่เน้นการพิจารณาว่าอะไรคือปมปัญหาที่แท้จริง ต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ และการสังเคราะห์กล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ทักษะความคิดขั้นสูงมาประกอบ
4. ขั้นค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหาคัดค้าน และหาวิธีการในการแก้ปัญหาหลายๆวิธี โดยพยายามคิดค้นหาวิธีทั้งที่เป็นปกติหรือวิธีการที่แปลกใหม่
5. ขั้นค้นหาข้อสรุปเป็นการค้นหาข้อสรุปจากแนวทางหลายๆแนวทางในการแก้ปัญหา นั้นว่าวิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดเป็นที่ยอมรับมากที่สุด
6. ขั้นยอมรับข้อสรุป และดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่เลือกเป็นขั้นตอนในการกำหนดขั้นตอน และปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้เลือกไว้

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving process) ว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือ เน้นให้นักเรียน ได้ฝึกแก้ปัญหาต่างๆ โดยผ่านกระบวนการคิด และปฏิบัติอย่างมีระบบ ผลที่ได้จากการฝึกจะช่วยให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยวิธีการคิดอย่างสมเหตุสมผล โดยใช้กระบวนการหรือวิธีการ ความรู้ ทักษะต่างๆ และความเข้าใจในปัญหานั้น มาประกอบกัน เพื่อเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา การแก้ปัญหา

อาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหา ความรู้ และประสบการณ์ของผู้แก้ปัญหานั้น กระบวนการแก้ปัญหามีขั้นตอน ดังนี้(กันติกาน สืบกิน.2551 : 65-66)

1. ทำความเข้าใจปัญหา ผู้แก้ปัญหาก็ต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่พบให้ถ่องแท้ในประเด็นต่างๆ คือ 1) ปัญหาถามว่าอย่างไร 2) มีข้อมูลใดแล้วบ้าง และ 3) มีเงื่อนไขหรือต้องการข้อมูลใดเพิ่มเติมหรือไม่ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างนี้จะช่วยให้ขั้นตอนต่อไป ดำเนินไปอย่างราบรื่น การจะประเมินว่านักเรียนเข้าใจปัญหามากน้อยเพียงใด ทำได้โดยการกำหนดให้นักเรียนเขียนแสดงถึงประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการคิดหาวิธีวางแผนเพื่อแก้ปัญหา โดยใช้ข้อมูลจากปัญหาที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูล และความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น และนำมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา ในกรณีที่ปัญหาต้องตรวจสอบโดยการทดลองนั้น ตอนที่ี้จะเป็นการวางแผนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย การตั้งสมมติฐาน กำหนดวิธีทดลอง หรือตรวจสอบ และอาจรวมทั้งแนวทางในการประเมินผลการแก้ปัญหา

3. ดำเนินการแก้ปัญหา และประเมินผล ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหา และประเมินว่าวิธีการแก้ปัญหา และผลที่ได้ถูกต้องหรือได้ผลเป็นอย่างไร ถ้าการแก้ปัญหาทำได้ถูกต้อง ก็จะมีการประเมินต่อไปว่า วิธีการนั้นน่าจะยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นหรือไม่ แต่ถ้าพบว่า การแก้ปัญหานั้นไม่ประสบความสำเร็จ ก็จะต้องย้อนกลับไปเลือกวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ ที่ได้กำหนดไว้แล้วในขั้นที่ 2 และถ้ายังไม่ประสบความสำเร็จ นักเรียนจะต้องย้อนกลับไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่ว่ามีข้อบกพร่องประการใด เช่น ข้อมูลกำหนดให้ไม่เพียงพอ เพื่อจะได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาใหม่

4. ตรวจสอบการแก้ปัญหา เป็นการประเมินภาพรวมของการแก้ปัญหา ทั้งในด้านวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา และการตัดสินใจ รวมทั้งการนำไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ในการแก้ปัญหาใดๆ ต้องตรวจสอบถึงผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมด้วย

จากแนวคิดดังกล่าวสรุปได้ว่าการแก้ปัญหามทางวิทยาศาสตร์คือความสามารถของผู้เรียนที่สามารถคิดแก้ปัญหา และระบุวิธีการแก้ปัญหามทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งลงมือตรวจสอบตามวิธีการที่ระบุไว้เพื่อให้ได้ข้อสรุปของปัญหา และค้นพบองค์ความรู้ใหม่ๆ จากการแก้ปัญหามทางวิทยาศาสตร์

7. เจตคติ

เจตคติเป็นเรื่องที่นักวิชาการหลายสาขาให้ความสนใจร่วมกันในปัจจุบันส่วนมากมีความเห็นพ้องต้องกันว่าเจตคติมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมในส่วนที่เป็นเหตุ และผลซึ่งกันและกันและมีพฤติกรรมเตรียมพร้อมทางสมองในการกระทำที่บ่งชี้ถึงสภาพทางจิตใจหรืออารมณ์อันซับซ้อนการศึกษาเจตคติครั้งนี้ก็นำข้อสรุปของนักวิชาการที่ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติองค์ประกอบของเจตคติดลักษณะของเจตคติการเกิด และการเปลี่ยนแปลงเจตคติประโยชน์ของเจตคติ และวิธีการวัดเจตติรายละเอียดของแต่ละหัวข้อสรุปได้ดังนี้

7.1 แนวคิด และความหมายเกี่ยวกับเจตคติ

คำว่าเจตคติ(Attitude) เป็นความโน้มเอียงของจิตใจ อารมณ์หรือสภาพจิตใจ ค่านิยม และความเชื่อ ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทำให้มีการแสดงออกในทิศทางหนึ่ง เช่น พอใจ ไม่พอใจ เกิดแล้วมีการเปลี่ยนแปลงได้ และแสดงออกมาให้เห็นได้(พิพิธพร ต้นสวรรค์. 2554 : 41)

เจตคติความรู้สึก ความคิดเห็น หรือท่าทีของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ซึ่งจะเห็นว่าคุณรู้สึกเป็นองค์ประกอบด้วยอารมณ์ความคิดเห็นเป็นองค์ประกอบทางด้านปัญญา และท่าทีเป็นองค์ประกอบทางพฤติกรรม (พัทธรณ โปรเกียรติ์. 2550 : 43)

เจตคติ เป็นอักษณาสัย(Disposition) ที่มีต่อคนสัตว์หรือสิ่งของอาจจะเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบผู้เขียนที่มีเจตคติทางบวกต่อวิชาใดวิชาหนึ่งก็จะชอบวิชานั้นทำให้ได้คะแนนดีทัศนคติหรือเจตคติเป็นสิ่งที่ศึกษาความรู้ความคิดสติปัญญาความรู้สึก และพฤติกรรมแสดงออก (สุรงค์ไคว์ตระกูล. 2553 : 282) นอกจากนี้ เจตคดียังเป็นเรื่องของความรู้สึกทั้งที่พอใจ และไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไปบุคคลจะมีเจตคติดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งใดนั้นบุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างยิ่ง และเจตคติของบุคคลมีแนวโน้มที่จะพอใจหรือไม่พอใจขึ้นอยู่กับค่านิยมของคนนั้น (พรรณี ช.เจนจิต. 2550 : 310)

จากข้อความข้างต้นสรุปความหมายของเจตคติได้ว่าเป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกที่เกิดจากการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งเร้าใดสิ่งเร้าหนึ่งในทางสังคมเป็นเรื่องของความรู้สึกพอใจ และไม่พอใจมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไปบุคคลจะมีเจตคติดีหรือไม่ดีได้บุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างยิ่งหรือความโน้มเอียงของจิตใจซึ่งแสดงออกต่อสิ่งเร้าหนึ่งๆที่มีต่อคนสัตว์หรือสิ่งของอาจจะเป็นไปได้ทั้งทางบวก และทางลบผู้เขียนที่มีเจตคติทางบวกต่อวิชาใดวิชาหนึ่งก็จะชอบวิชานั้น และมักจะทำให้ได้คะแนนดี

7.2 องค์ประกอบของเจตคติ

การที่บุคคลใดจะเกิดเจตคติต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดนั้นไม่ว่าจะเป็นทางด้านบวกหรือทางลบ บุคคลนั้นจะต้องผสมผสานคุณลักษณะย่อยหลายๆอย่างเช่นการรับรู้การประเมินค่าความซาบซึ้งความใจ ในคุณลักษณะเหล่านี้จะรวมตัวกันขึ้นเป็นความรู้สึกซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

ธีรวุฒิเอกะกุล(2550 :10-11)สรุปองค์ประกอบที่ทำให้คนเราเกิดเจตคติขึ้นได้มีอยู่3 องค์ประกอบดังนี้

1.Cognition Component เป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับความรู้หรือความเชื่อของบุคคล ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหากบุคคลมีความรู้หรือเชื่อว่าสิ่งใดดีก็มักจะมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้นในทางตรงข้ามหากมีความรู้มาก่อนว่าสิ่งใดไม่ดีก็จะมีเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้น

2. Feeling Component เป็นองค์ประกอบด้านความรู้สึกของบุคคลซึ่งมีอารมณ์เกี่ยวข้อง อยู่ด้วยนั่นคือหากบุคคลมีความรู้สึกรักหรือชอบพอในบุคคลใดหรือสิ่งใดก็จะช่วยให้เกิดเจตคติที่ดีต่อ บุคคลนั้นไปด้วยแต่ถ้าหากมีความรู้สึกเกลียดหรือ โกรธบุคคลใดก็จะทำให้มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อบุคคลนั้น หรือสิ่งนั้น

3.Action Tendency Component เป็นองค์ประกอบที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของบุคคลคือ ความโน้มเอียงที่บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบโต้บางอย่างโดยหนึ่งออกมาพฤติกรรมที่เขาแสดงออกมานั้น เกิดจากความรู้ และความรู้สึกที่เขาอยู่เกี่ยวกับวัตถุเหตุการณ์หรือบุคคลนั้นๆเอง

โดยทั่วไป เจตคติ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ

1. องค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Component) เป็นองค์ประกอบด้าน ความรู้ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเรานั้น ๆ เพื่อเป็นเหตุผลที่จะสรุปความ และรวมเป็นความเชื่อ หรือ ช่วยในการประเมินค่าสิ่งเรานั้น ๆ

2. องค์ประกอบด้านความรู้สึก และอารมณ์ (Affective Component) เป็นองค์ประกอบ ด้านความรู้สึก หรืออารมณ์ของบุคคล ที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งเร้า ต่างเป็นผลต่อเนื่องมาจากที่บุคคล ประเมินค่าสิ่งเร้านั้นแล้วพบว่าพอใจหรือไม่พอใจ ต้องการหรือไม่ต้องการ ดีหรือเลวองค์ประกอบทั้งสอง อย่างมีความสัมพันธ์กัน เจตคติบางอย่างจะประกอบด้วยความรู้ความเข้าใจมาก แต่ประกอบด้วย องค์ประกอบด้านความรู้สึก และอารมณ์น้อย เช่น เจตคติที่มีต่องานที่ทำ ส่วนเจตคติที่มีต่อแฟชั่นเสื้อผ้า จะมียุทธศาสตร์องค์ประกอบด้านความรู้สึก และอารมณ์สูง แต่มีองค์ประกอบด้านความรู้ความเข้าใจต่ำ

3. องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral Component) เป็นองค์ประกอบทางด้านความพร้อมหรือความโน้มเอียงที่บุคคลประพฤติปฏิบัติ หรือตอบสนองต่อสิ่งเร้าในทิศทางที่จะสนับสนุนหรือคัดค้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเชื่อ หรือความรู้สึกของบุคคลที่ A ได้รับความประเมินค่าให้สอดคล้องกับความรู้สึกที่มีอยู่เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด หรือบุคคลหนึ่งบุคคลใด ต้องประกอบด้วยทั้งสามองค์ประกอบเสมอ แต่จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันไป โดยปกติบุคคลมักแสดงพฤติกรรมในทิศทางที่สอดคล้องกับเจตคติที่มีอยู่แต่ก็ไม่เสมอไปทุกกรณี ในบางครั้งเรามีเจตคติอย่างหนึ่ง แต่ก็ไม่ได้แสดงพฤติกรรมตามเจตคติที่มีอยู่ก็มี

สรุปได้ว่าองค์ประกอบของเจตคตินั้นแบ่งได้ 3 ด้านคือ 1. ด้านความรู้ 2. ด้านความรู้สึก 3. ด้านพฤติกรรมซึ่งจะเห็นได้ว่าเจตคตินั้นเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมหรือการแสดงออกของบุคคลซึ่งอาจจะเป็นไปได้ในทางบวกหรือลบก็ได้

7.3 ลักษณะของเจตคติ

เจตคติเป็นความรู้สึกที่บอกลักษณะทางจิตใจอารมณ์ และความรู้สึกซึ่งอาจเป็นได้หลายลักษณะดังนี้

สุรางค์ไคว้ตระกูล(2553 : 367)สรุปลักษณะเจตคติไว้ดังนี้

- 1.เจตคติเป็นสิ่งที่เรารู้
- 2.เจตคติเป็นแรงจูงใจที่จะทำให้บุคคลกล้าเผชิญกับสิ่งเร้าหรือหลีกเลี่ยงดังนั้นเจตคติจึงมีทั้งบวก และลบเช่นถ้านักเรียนมีเจตคติบวกต่อวิชาคณิตศาสตร์นักเรียนจะชอบเรียนคณิตศาสตร์ และเมื่ออยู่ชั้นมัธยมศึกษา ก็จะเลือกเรียนแขนงวิทยาศาสตร์ตรงข้ามกับนักเรียนที่มีเจตคติทางลบต่อคณิตศาสตร์ก็จะไม่ชอบหรือไม่มีแรงจูงใจที่จะเรียนเมื่ออยู่ชั้นมัธยมศึกษา ก็จะเลือกทางสายอักษรศาสตร์ทางภาษาเป็นต้น

เจตคติมีลักษณะ 3 อย่างคือลักษณะเชิงความรู้สึกทางอารมณ์ (Affective component) ลักษณะเชิงปัญญาหรือการรู้คิด (Cognitive component) และลักษณะเชิงพฤติกรรม (Behavioral component)

1. เจตคติเปลี่ยนแปลงได้ง่ายคืออาจจะเปลี่ยนแปลงจากบวกเป็นลบหรือจากลบเป็นบวกซึ่งบางครั้งการเปลี่ยนแปลงทิศทางความเข้ม (Intensity) หรือความมากน้อยของเจตคติบางอย่างอาจจะหยุด และเลิกไปได้

2. เจตคติเปลี่ยนแปลงได้ตามชุมชนสังคมที่บุคคลนั้นเป็นสมาชิกเนื่องจากชุมชนหรือสังคมหนึ่งๆ อาจจะมีค่านิยมที่เป็นอุดมการณ์พิเศษเฉพาะ ดังนั้นค่านิยมเหล่านี้จะมีอิทธิพลต่อเจตคติของบุคคลที่เป็นสมาชิกหากต้องการเปลี่ยนเจตคติต้องเปลี่ยนค่านิยม

3. สังคมประภคิต (Socialization) มีความสำคัญต่อพัฒนาการเจตคติของเด็ก โดยเฉพาะเจตคติต่อความคิด และหลักการที่เป็นนามธรรมเช่นอุดมคติเจตคติต่อเสรีภาพในการพูดการเขียนเด็กจากครอบครัวที่มีสภาพเศรษฐกิจสังคมสูงจะมีเจตคติทางบวกสูง

ธีรวุฒิเอกะกุล (2550 : 4-5) ได้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติทั่วไปมี 5 ประการดังนี้

1. เจตคติเป็นเรื่องของอารมณ์ (Feeling attitude) อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามเงื่อนไขหรือสถานการณ์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบุคคลจะมีการกระทำที่เสแสร้ง โดยแสดงออกไม่ให้ตรงกับความรู้สึกของตนเมื่อเขาารู้ตัวหรือรู้ว่ามีคนสังเกต

2. เจตคติเป็นเรื่องเฉพาะตัว (Typical Attitude) ความรู้สึกของบุคคลอาจเหมือนกันแต่รูปแบบการแสดงออกแตกต่างกันอาจมีการแสดงออกที่เหมือนกันแต่ความรู้สึกต่างก็ได้

3. เจตคติมีทิศทาง (Direction Attitude) การแสดงออกของความรู้สึกสามารถแสดงออกได้ 2 ทิศทางเช่นทิศทางบวกเป็นทิศทางที่สังคมปรารถนา และทิศทางลบเป็นทิศทางที่สังคมไม่ปรารถนาได้แก่เชื้อสตัคย์-คด โกงรัก-เกลียดชอบ-ไม่ชอบขยัน-ขี้เกียจ เป็นต้น

4. เจตคติที่มีความเข้ม (Intensity Attitude) ความรู้ของบุคคลอาจเหมือนกันในสถานการณ์เดียวกันแต่อาจแตกต่างกันในเรื่องความเข้มที่บุคคลรู้สึกมากน้อยต่างกันเช่นรักมากรักน้อย ขยันมากขยันน้อย เป็นต้น

5. เจตคติต้องมีเป้าหมาย (Target Attitude) ความรู้สึกจะเกิดขึ้นลอยๆ ไม่ได้เช่นรักพ่อรักแม่ ขยับเข้าชั้นเรียน ขี้เกียจทำการบ้าน เป็นต้น

สรุปลักษณะเจตคติเป็นความรู้สึกที่บอกลักษณะทางจิตใจอารมณ์ และความรู้สึกสามารถแสดงออกได้ 2 ทิศทางคือทิศทางบวก และทิศทางลบการที่บุคคลรู้สึกมากน้อยต่างกัน โดยมีเป้าหมายเจตคติต่อสิ่งที่ได้เรียนรู้ และแรงจูงใจที่ได้รับทำให้บุคคลกล้าเผชิญกับสิ่งเร้าหรือหลีกเลี่ยงเจตคติอาจเปลี่ยนแปลงได้ง่ายตามทิศทางของอารมณ์หรือแรงจูงใจที่ได้รับหรืออาจจะหยุด และเลิกไปได้เนื่องจากชุมชนหรือสังคมหนึ่งๆ มีความสำคัญต่อพัฒนาการเจตคติต่อความคิดและความรู้สึกมีหลักการที่เป็นนามธรรมเช่นอุดมคติต่อเสรีภาพในการพูดการเขียนการแสดงออกของเด็กนักเรียนเจตคติจะมีผลต่อการเรียนของนักเรียนมากหากนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่องานในชั้นเรียนแล้วต่อครูนักเรียนย่อมได้รับความพอใจและความสำเร็จจากการเรียนนั้นไม่มากก็น้อยนักเรียนจะทำงานได้ผลดีขึ้นในโอกาสต่อไปในทางตรงกัน

ข้ามถ้านักเรียนมีเจตคติไม่ดีต่องานในชั้นเรียน และต่อครูแล้วนักเรียนมักจะประสบความล้มเหลวซึ่งจะมีผลให้นักเรียนเกิดความท้อแท้ในการเรียนหนักขึ้นอีกผลสุดท้ายนักเรียนก็ต้องหาทางออกในทางไม่พึงประสงค์ดังนั้นเจตคติจึงมีลักษณะที่ถาวรไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงได้ง่ายๆอย่างไรก็ตามการสอนที่ดีของครูย่อมทำให้เด็กมีเจตคติที่ดีได้เหมือนกัน และในทางตรงกันข้ามการสอนย่ำแย่เปลี่ยนแปลงเจตคติที่ดีของนักเรียนให้กลายเป็นไม่ดีได้เช่นเดียวกัน

7.4 การเกิด และการเปลี่ยนแปลงเจตคติ

ธีรวุฒิ เอกะกุล.(2550 :11-14)ได้รวบรวมปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคล ดังนี้

1.การมีประสบการณ์เฉพาะอย่างเกิดจากสิ่งเกี่ยวข้องข้องกับเจตคติเช่นการมีประสบการณ์ที่ดีก่อให้เกิดเจตคติที่ดีการได้รับการลงโทษทางร่างกาย และจิตใจจะเป็นประสบการณ์ที่ไม่ดีจะเกิดภาวะคับข้องใจเกิดเจตคติที่ไม่ดีเป็นต้น

2.การติดต่อดสื่อสารกับบุคคลอื่นเจตคติหลายอย่างของบุคคลเกิดขึ้นจากผลของการได้ติดต่อดสื่อสารกับบุคคลอื่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่เด็กได้รับในครอบครัว และสังคมเช่นการได้รับคำบอกเล่าจากผู้ปกครองและครูเป็นต้น

3.สิ่งที่เป็นแบบอย่างเจตคติบางอย่างของบุคคลถูกสร้างขึ้นจากการเลียนแบบจากคนอื่นกระบวนการเลียนแบบเริ่มขึ้นตั้งแต่การสังเกตพฤติกรรมของคนอื่นขึ้นไปเป็นการแปลความหมาย การปฏิบัติให้อยู่ในรูปของความเชื่อซึ่งบุคคลที่เป็นแบบอย่างเป็นที่เคารพหรือได้รับการยกย่องอยู่แล้วจะมีผลต่อความเชื่อมากยิ่งขึ้น

4.องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสถาบันเจตคติของบุคคลหลายอย่างเกิดขึ้นสืบเนื่องมาจากสถาบันเช่น โรงเรียนสถานที่ประกอบพิธีศาสนาหน่วยงานต่างๆเป็นต้นสถาบันเหล่านี้จะเป็นทั้งแหล่งที่มา และสิ่งช่วยสนับสนุนให้เกิดเจตคติบางอย่างได้

จากรายละเอียดข้างต้นสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงเจตคติเกิดจากการชักชวนของกลุ่มที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเจตติกลุ่มการ โฆษณาชวนเชื่อให้มาสนใจหรือรับรู้สิ่งแปลกใหม่ และมีประสบการณ์ที่ดีก่อให้เกิดเจตคติที่ดีการที่ได้รับการลงโทษทางร่างกาย และจิตใจจะเป็นประสบการณ์ที่ไม่ดีเกิดภาวะคับข้องใจเกิดเจตคติที่ไม่ดีในการติดต่อดสื่อสารกับบุคคลอื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการที่เด็กได้รับจากครอบครัว และสังคมการเลียนแบบจากคนอื่นจะมีอิทธิพลต่อชีวิตของบุคคลทุกคนเริ่มจากครอบครัว โรงเรียนวัดสถาบันอื่นๆ และเพื่อนทั้งนี้เพราะเด็กต้องการเป็นที่ยอมรับ

คำแนะนำ และความช่วยเหลือจากเพื่อนวิธีการเปลี่ยนแปลงเจตคติบางอย่างพอที่จะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ และการเปลี่ยนแปลงเจตคติของบุคคลย่อมมีผลทางสังคมไม่ทางบวกก็ทางลบ

7.5 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของบุคคลที่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

ฮานี (Hancy. 1969 : 198-204) ได้กำหนดลักษณะของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่

1.1 ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง ความพอใจที่จะเผชิญกับปัญหาใหม่ ๆ เป็นคนที่มีลักษณะชอบซัก ชอบคิด และริเริ่มสิ่งใหม่ ๆ

1.2 ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง การใช้เหตุผลในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยไม่เชื่อสิ่งศักดิ์สิทธิ์ต่าง ๆ

1.3 มีความรอบคอบในการลงข้อสรุป หรือตัดสินใจ หรือความรอบคอบ (Suspended Judgment) หมายถึง การไม่รีบตัดสินใจหรือลงข้อสรุปโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนเพียงพอ

2. เจตคติเกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ ๆ ได้แก่

2.1 ความมีใจกว้าง (Open-Mindedness) หมายถึง ความเต็มใจที่เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนเอง

2.2 การใช้ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง ความพยายามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานอ้างอิงต่าง ๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใด ๆ รู้จักโต้แย้ง และหลักฐานสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง

2.3 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง การเป็นปรนัย หรือความถูกต้องเที่ยงตรงในการรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูล การตีความหมายโดยไม่ใช้ความคิดเห็นส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

2.4 ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง ความถูกต้องในการรายงานผลการศึกษาโดยปราศจากอคติ ความรู้สึกส่วนตัวหรือปราศจากอิทธิพลของสังคม เศรษฐกิจ และบ้านเมือง

3. เจตคติที่เกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ได้แก่ การยอมรับในข้อจำกัด (Humility) หมายถึง การยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ ความจริง ที่ค้นพบวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันหน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2527 : 5) ได้จำแนกองค์ประกอบของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ไว้ 7 ประการ คือ

1. เปลี่ยนแปลงความคิดเห็นได้ เมื่อมีเหตุผลถูกต้องกว่า
2. มีความบากบั้นในการทำงาน
3. ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น
4. ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน
6. ยอมรับข้อผิดพลาด
7. มีความรับผิดชอบในการกระทำของตน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสรุปได้ว่า คุณลักษณะเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกได้ทั้งหมด 8 ด้าน ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) ความมีเหตุผล (Rationality) ความรอบคอบในการลงข้อสรุปหรือตัดสินใจ หรือความรอบคอบ (Suspended Judgment) ความมีใจกว้าง (Open-Mindedness) ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) ความเป็นปรนัย (Objectivity) ความซื่อสัตย์ (Honesty) การยอมรับข้อจำกัด (Humility) จากเจตคติทั้ง 8 ด้าน จะสามารถพัฒนานักเรียนให้มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

8. ความพึงพอใจ

8.1 ความหมายของการพึงพอใจ

ศรีไพร พนมศรี. (2550 : 48) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดี หรือทัศนคติในทางที่ดีของบุคคลที่มีต่อการทำงานหรือปฏิบัติกิจกรรมในเชิงบวก ดังนั้น ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้จึงหมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจในการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้และต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2539 : 132) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจหมายถึง พฤติกรรมที่สนองความต้องการของมนุษย์ และเป็นพฤติกรรมที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

ประสาธ อิศรปริดา (2541 : 300) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจว่า หมายถึง พลังที่เกิดจากพลังทางจิตที่มีผลไปสู่เป้าหมายที่ต้องการของมนุษย์

ความหมายของความพึงพอใจที่มีผู้ให้ความหมายไว้ข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือเจตคติ ความชอบหรือไม่ชอบของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าในด้านต่าง ๆ ของคนนั้น ๆ

ความรู้สึกพึงพอใจเกิดขึ้นเมื่อบุคคลนั้นได้รับในสิ่งที่ตนเองต้องการหรือเป็นไปตามเป้าหมายที่ตนเองต้องการ

8.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

8.2.1 ทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ของมาสโลว์

Abraham Maslow เป็นผู้วางรากฐานจิตวิทยามนุษยนิยมเขาได้พัฒนาทฤษฎีแรงจูงใจซึ่งมีอิทธิพลต่อระบบการศึกษาของอเมริกันเป็นอันมากทฤษฎีของเขามีพื้นฐานอยู่บนความคิดที่ว่า การตอบสนองแรงจูงใจเป็นหลักการเพียงอันเดียวที่มีความสำคัญที่สุดซึ่งอยู่เบื้องหลังพฤติกรรมของมนุษย์มาสโลว์มีหลักการที่สำคัญเกี่ยวกับแรงจูงใจโดยเน้นในเรื่องลำดับขั้นความต้องการเขามีความเชื่อว่ามนุษย์มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการอันใหม่ที่สูงขึ้นแรงจูงใจของคนเรามาจากความต้องการพฤติกรรมของคนเรามุ่งไปสู่การตอบสนองความพอใจมาสโลว์แบ่งความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ออกเป็น 5 ระดับด้วยกันดังนี้ (พวงผกา วรรณะปกรณ์. 2556 : 10-11)

1. มนุษย์มีความต้องการ และความต้องการมีอยู่เสมอไม่มีที่สิ้นสุด
2. ความต้องการที่ได้รับการสนองแล้วจะไม่เป็นสิ่งจูงใจสำหรับพฤติกรรมต่อไปความต้องการที่ไม่ได้รับการสนองเท่านั้นที่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม
3. ความต้องการของคนซ้ำซ้อนกันบางทีความต้องการหนึ่งได้รับการตอบสนองแล้วยังไม่สิ้นสุดก็เกิดความต้องการด้านอื่นขึ้นอีก
4. ความต้องการของคนมีลักษณะเป็นลำดับขั้นความสำคัญกล่าวคือเมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้วความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนอง
5. ความต้องการเป็นตัวคนที่แท้จริงของตนเอง

ลำดับความต้องการพื้นฐานของมาสโลว์เรียกว่า Hierarchy of Needs มี 5 ลำดับขั้นดังนี้

1) ความต้องการด้านร่างกายเป็นความต้องการปัจจัย 4 เช่นต้องการอาหารให้อิ่มท้องเครื่องนุ่งห่มเพื่อป้องกันความร้อนหนาว และอุจาดตาการรักษาโรคร้ายไข้เจ็บรวมทั้งที่อยู่อาศัยเพื่อป้องกันแดดฝนลมอากาศร้อนหนาว และสัตว์ร้ายความต้องการเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคนจึงมีความต้องการพื้นฐานขั้นแรกที่มนุษย์ทุกคนต้องการบรรลุให้ได้ก่อน

2) ความต้องการความปลอดภัยหลังจากที่มนุษย์บรรลุความต้องการด้านร่างกายทำให้ชีวิตสามารถดำรงอยู่ในขั้นแรกแล้วจะมีความต้องการด้านความปลอดภัยของชีวิต และทรัพย์สินของตนเองเพิ่มขึ้นต่อไปเช่นหลังจากมนุษย์มีอาหารรับประทานจนอิ่มท้องแล้วได้เริ่มหันมาคำนึงถึงความ

ปลอดภัยของอาหารหรือสุขภาพ โดยหันมาให้ความสำคัญกับเรื่องสารพิษที่ติดมากับอาหารซึ่งสารพิษเหล่านี้ อาจสร้างความไม่ปลอดภัยให้กับชีวิตของเขาเป็นต้น

3) ความต้องการความรัก และการเป็นเจ้าของเป็นความต้องการที่เกิดขึ้นหลังจากการที่มีชีวิตอยู่รอดแล้วมีความปลอดภัยในชีวิต และทรัพย์สินแล้วมนุษย์จะเริ่มมองหาความรักจากผู้อื่น ต้องการที่จะเป็นเจ้าของสิ่งต่างๆที่ตนเองครอบครองอยู่ตลอดไป เช่น ต้องการให้พ่อแม่พี่น้องคนรักรักเรา และต้องการให้เขาเหล่านั้นรักเราคนเดียวไม่ต้องทำให้เขาเหล่านั้นไปรักคนอื่น โดยการแสดงความเป็นเจ้าของเป็นต้น

4) ความต้องการการยอมรับนับถือจากผู้อื่นเป็นความต้องการอีกขั้นหนึ่งหลังจากได้รับความต้องการทางร่างกายความปลอดภัยความรัก และเป็นเจ้าของแล้วจะต้องการการยอมรับนับถือจากผู้อื่น ต้องการได้รับเกียรติจากผู้อื่น เช่น ต้องการการเรียกขานจากบุคคลทั่วไปอย่างสุภาพให้ความเคารพนับถือตามควร ไม่ต้องการการกดขี่ข่มเหงจากผู้อื่น เนื่องจากทุกคนมีเกียรติ และศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์เท่าเทียมกัน

5) ความต้องการความเป็นตัวตนอันแท้จริงของตนเองเป็นความต้องการขั้นสุดท้าย หลังจากที่ผ่านมาความต้องการความเป็นส่วนตัวเป็นความต้องการที่แท้จริงของตนเองลดความต้องการภายนอกลงหันมาต้องการสิ่งที่มี และเป็นอยู่ซึ่งเป็นความต้องการขั้นสูงสุดของมนุษย์แต่ความต้องการในขั้นนี้มักเกิดขึ้นได้ยากเพราะต้องผ่านความต้องการในขั้นอื่นๆมาก่อน และต้องมีความเข้าใจในชีวิตเป็นอย่างดี

8.2.2 ทฤษฎีสองปัจจัย (Two Factor Theory)

เป็นทฤษฎีที่ Frederick K. Herzberg ได้ศึกษาทาการวิจัยเกี่ยวกับแรงจูงใจในการทำงานของบุคคลเขาได้ศึกษาถึงความต้องการของคนในองค์กรหรือการจูงใจจากการทำงาน โดยเฉพาะเจาะจง โดยศึกษาว่าคนเราต้องการอะไรจากงานคำตอบก็คือบุคคลต้องการความสุขจากการทำงานซึ่งได้สรุปได้ว่าความสุขจากการทำงานนั้นเกิดมาจากความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจในงานที่ทำ โดยความพึงพอใจหรือความไม่พึงพอใจในงานที่ทำนั้นไม่ได้มาจากกลุ่มเดียวกันแต่มีสาเหตุมาจากปัจจัยสองกลุ่มคือปัจจัยจูงใจ (Motivational Factors) และปัจจัยค้ำจุนหรือปัจจัยสุขศาสตร์ (Maintenance or Hygiene Factors) (พวงศกา วรธนะปกรณ. 2556 : 12-14)

1. ปัจจัยจูงใจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับงาน โดยตรงเพื่อจูงใจให้คนชอบ และรักงานที่ปฏิบัติเป็นตัวกระตุ้นทำให้เกิดความพึงพอใจให้แก่บุคคลในองค์กรให้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพราะเป็นปัจจัยที่สามารถตอบสนองความต้องการภายในของบุคคลได้ดังนี้

1) ความสำเร็จในงานที่ทำของบุคคลหมายถึงการที่บุคคลสามารถทำงานได้เสร็จสิ้น และประสบความสำเร็จอย่างดีเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆการรู้จักป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นเมื่อผลงานสำเร็จจึงเกิดความรู้สึกพอใจ และปลาบปลื้มในผลสำเร็จของงานนั้นๆ

2) การได้รับการยอมรับนับถือหมายถึงการได้รับการยอมรับนับถือไม่ว่าจากผู้บังคับบัญชาเพื่อนจากผู้มาขอรับคำปรึกษาหรือจากบุคคลในหน่วยงานการยอมรับนับถือจะอยู่ในรูปของการยกย่องชมเชยแสดงความยินดีการให้กำลังใจหรือการแสดงออกอื่นใดที่ก่อให้เกิดถึงการยอมรับในความสามารถเมื่อได้ทำงานอย่างหนึ่งอย่างใดบรรลุผลสำเร็จการยอมรับนับถือจะแฝงอยู่กับความสำเร็จในงานด้วย

3) ลักษณะของงานที่ปฏิบัติหมายถึงงานที่น่าสนใจงานที่ต้องอาศัยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทำท่ายให้ลงมือทำหรือเป็นงานที่มีลักษณะสามารถกระทำได้ตั้งแต่ต้นจนจบโดยลำพังแต่ผู้เดียว

4) ความรับผิดชอบหมายถึงความพึงพอใจที่เกิดขึ้นจากการได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบงานใหม่ และมีอำนาจในการรับผิดชอบได้อย่างเต็มที่ไม่มีใครตรวจหรือควบคุมอย่างใกล้ชิด

5) ความก้าวหน้าหมายถึงได้รับเลื่อนขั้นเลื่อนตำแหน่งให้สูงขึ้นของบุคคลในองค์การการมีโอกาสได้ศึกษาเพื่อหาความรู้เพิ่มหรือได้รับการฝึกอบรม

2. ปัจจัยค่าจูงหรือปัจจัยสุขศาสตร์หมายถึงปัจจัยที่จะค่าจูงให้แรงจูงใจในการทำงานของบุคคลมีอยู่ตลอดเวลาถ้าไม่มีหรือมีในลักษณะที่ไม่สอดคล้องกับบุคคลในองค์การจะเกิดความไม่ชอบงานขึ้น และเป็นปัจจัยที่มาจากภายนอกตัวบุคคลปัจจัยเหล่านี้ได้แก่

1) เงินเดือนหมายถึงเงินเดือน และการเลื่อนขั้นเงินเดือนในหน่วยงานนั้นๆเป็นที่พอใจของบุคลากรที่ทำงาน

2) โอกาสได้รับความก้าวหน้าในอนาคตหมายถึงการที่บุคคลได้รับการแต่งตั้งเลื่อนตำแหน่งภายในหน่วยงานแล้วยังหมายถึงสถานการณ์ที่บุคคลสามารถได้รับความก้าวหน้าในทักษะวิชาชีพด้วย

3) ความสัมพันธ์กับผู้บังคับบัญชาผู้ใต้บังคับบัญชา และเพื่อนร่วมงานหมายถึงการติดต่อไม่ว่าจะเป็นกิริยาหรือวาจาที่แสดงถึงความสัมพันธ์อันดีต่อกันสามารถทำงานร่วมกันมีความเข้าใจซึ่งกัน และกันอย่างดี

4) สถานะทางอาชีพหมายถึงอาชีพนั้นเป็นที่ยอมรับนับถือของสังคมที่มีเกียรติ และศักดิ์ศรี

5) นโยบาย และการบริการหมายถึงการจัดการ และการบริหารขององค์การการติดต่อสื่อสารภายในองค์การ

6) สภาพการทำงานหมายถึงสภาพทางกายภาพของงานเช่นแสงเสียงอากาศชั่วคราวในการทำงานรวมทั้งลักษณะของสิ่งแวดล้อมอื่นๆเช่นอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้

7) ความเป็นอยู่ส่วนตัวความรู้สึกที่ดีหรือไม่ดีอันเป็นผลที่ได้รับจากงานในหน้าที่ เช่นการที่บุคคลถูกย้ายไปทำงานในที่แห่งใหม่ซึ่งห่างไกลจากครอบครัวทำให้ไม่มีความสุข และไม่พอใจกับการทำงานในที่แห่งใหม่

8) ความมั่นคงในการทำงานหมายถึงความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความมั่นคงในการทำงานความยั่งยืนของอาชีพหรือความมั่นคงขององค์การ

9) วิธีการปกครองบังคับบัญชาหมายถึงความสามารถของผู้บังคับบัญชาในการทำงานหรือความยุติธรรมในการบริหาร

จากทฤษฎีความพึงพอใจ สรุปได้ว่าความพึงพอใจของบุคคล ซึ่งเริ่มจากความต้องการด้านพื้นฐานในการดำรงชีวิต เมื่อได้รับความต้องการ และมีความพึงพอใจในปัจจุบันพื้นฐานแล้ว ถึงจะมีความต้องการมากยิ่งขึ้นไปอีกระดับ โดยทั้งนี้การสนองตอบความต้องการของบุคคล ขึ้นอยู่กับบุคคล และสิ่งแวดล้อมรอบข้างที่จะตอบสนองจนได้รับความพึงพอใจ ซึ่งในแต่ละคนจะมีความต้องการมากน้อยไม่เท่ากัน

8.3 การวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจนั้น จะวัดในเรื่องใดย่อมแตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมายของผู้ที่จะศึกษา แต่จะมีวิธีการที่นิยมใช้กัน คือ (สมหมาย เปียถนอม. 2551 : 10)

8.3.1 การสัมภาษณ์ วิธีการนี้ผู้ศึกษาจะมีแบบสัมภาษณ์ที่มีคำถาม ซึ่งได้รับการทดสอบหาความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นแล้ว ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ข้อดีของวิธีการนี้คือ ผู้สัมภาษณ์อธิบายคำถามให้ผู้ตอบเข้าใจได้ สามารถใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่อ่านเขียนหนังสือไม่ได้ แต่มีข้อเสีย คือ การสัมภาษณ์ต้องใช้เวลา และอาจมีข้อผิดพลาดในการสื่อความหมาย

8.3.2 การใช้แบบสอบถาม เป็นวิธีที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุด มีลักษณะเป็นคำถามที่ได้ทดสอบความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นแล้ว กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบหรือเติมคำ ข้อดีของวิธีการนี้ คือ ได้คำตอบที่มีความหมายแน่นอน มีความสะดวก รวดเร็วในการสำรวจ สามารถใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ ข้อเสีย คือผู้ตอบต้องสามารถอ่านออกเขียนได้ และมีความสามารถในการคิดเป็น ความพึงพอใจเป็น

สภาวะที่มีความต่อเนื่อง ไม่สามารถบอกจุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของความพึงพอใจได้ แบบสอบถามถึงนิยามสร้างเป็นมาตรฐาน

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

อาพวี ภิญ โณดม (2551 : 101) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพันธุกรรมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นีนน้อย แพงปีสตา (2551 : 150-151) ได้ทำการวิจัยผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพหุปัญญาเรื่องการบวก และการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์ และตัวตั้งไม่เกิน 100 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองไขขามเปี้ยจังหวัดขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพหุปัญญา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับมากอย่างไรก็ตามนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีพหุปัญญาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุเทน คำสิงห์นอก (2551 : 154-155) ได้ทำการวิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผล และเจตคติต่อการเรียนเรื่องระบบจำนวนเต็มระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ TGT และรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านไพรพัฒนาจังหวัดศรีสะเกษ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มทดลองมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้น และพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT มีความสามารถในการให้เหตุผล และมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ TGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภักพล พงพรหม(2552 : 106) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องอาหาร และสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนที่เรียนรู้โดยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์เรื่องอาหาร และสารอาหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ประกอบผังมโนทัศน์เรื่องอาหาร และสารอาหารอยู่ในระดับมาก

บุญกรณ์ สกุลสวน (2552 : 87) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MATกับการจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่าก่อนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรัสศรี ทองมี (2552 : 86) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 81.67/78.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ดัชนีประสิทธิผล (E.I) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีค่าเท่ากับ .62023) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ในระดับดี 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (4 MAT) เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยรวมอยู่ในระดับมาก

อรพินท์ สายพรหม (2552 : 123) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดรวบยอดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) ความสามารถในการคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 MAT อยู่ในระดับดี

รจนาวัลย์ ภักดีณรงค์(2553 : 100) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.61 คิดเป็นร้อยละ 31.53 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.71 คิดเป็นร้อยละ 81.79 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัชนิ น้อมระวี(2553 : 156) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า

1. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.59/83.44 และ 78.06/76.46 ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT เท่ากับ 0.7016 และ 0.6055 ตามลำดับ ซึ่งหมายความว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 70.16 และ 60.55 ตามลำดับ

3. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT และแบบ 4 MAT มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จิตราพัชญ์ จันทร์ศิริวรา (2554 : 34-35) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4MAT เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.41/81.81 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียน โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4MAT พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT เรื่องความน่าจะเป็น มีผลคตินักเรียนที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยภาพรวมมีเจตคติอยู่ในระดับดีมาก (= 4.51) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมินพบว่า รายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนสนใจเรียนมากยิ่งขึ้น นักเรียนมีระดับเจตคติ ดีมาก (= 4.51) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาคณิตศาสตร์ทำให้บรรยากาศในห้องเรียนดีขึ้น นักเรียนมีระดับเจตคติ ดีมาก (= 4.66) และกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน นักเรียนมีระดับเจตคติ ดีมาก (= 4.63) และรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถนำสื่อ/ใบความรู้มาศึกษาด้วยตนเองได้ และเข้าใจมากขึ้น นักเรียนมีระดับเจตคติ ดี (= 4.34) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนมีระดับเจตคติดี (= 4.37) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนววิถีจัดการเรียนรู้ 4 MAT ในวิชาคณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีวินัยในตนเอง นักเรียนมีระดับเจตคติดี (= 4.40) ตามลำดับ

เพ็ญพิศทองกวอด (2554: 36-37) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องกลไกของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีองค์ประกอบคือ 1) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ 3) สื่อการจัดการเรียนรู้ 4) การวัด และประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ตามแนว 4 MAT มี 8 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 การเสริมสร้างประสบการณ์ ขั้นที่ 2 วิเคราะห์ประสบการณ์ ขั้นที่ 3 บูรณาการสังเกตไปสู่ความคิดรวบยอด ขั้นที่ 4 พัฒนาความคิดรวบยอด ขั้นที่ 5 ปฏิบัติตามความคิดรวบยอด ขั้นที่ 6 การนำเสนอผลการปฏิบัติงาน ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ การพัฒนางาน ขั้นที่ 8 แลกเปลี่ยนความรู้ของตนเองกับผู้อื่น พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มี

ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพ 87.60/83.82 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT เรื่องกลไกของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อศึกษาความคงทนของการเรียนรู้หลังเรียน 2 สัปดาห์ พบว่ามีความคงทนในการเรียนรู้โดยมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการสอนแบบ 4 MAT เรื่องกลไกของสิ่งมีชีวิต กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 อยู่ในระดับมาก

รุ่งฤดี นาระวิน (2554 : 39-40) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบ 4MAT พบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีประสิทธิภาพ 81.67/77.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีค่าเท่ากับ 0.7816 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน คิดเป็นร้อยละ 78.16 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .054) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรู้แบบ 4 MAT มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิไลวรรณ นาถระพษ์ (2554 : 135) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเสียงกับการได้ยิน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT ระหว่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ศุวิชา วันสุศล (2554: 92) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา. 1. พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 4) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 5)ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6)ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

สุริยานี สื่อนิ (2554 : 126) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า 1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อน และหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 6 ด้านสูงกว่าก่อนเรียน 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 โดยนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 6 ด้านสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

มยุรี บุญปิ่น (2555 : 103) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะเคมีระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น

ฐานมีค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4 MAT

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

แม็คคาร์ธี (McCarthy, 1997 : 46-51) ได้ศึกษาผู้เรียน 4 แบบกับรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือผู้เรียนแต่ละคนสามารถนำไปใช้ได้ในห้องเรียนขณะเดียวกันจะช่วยให้ผู้เรียนทั้งหมดพัฒนาขึ้นเมื่อเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมายและเป็นไปตามธรรมชาติจากความรู้สึกไปถึงความคิดไตร่ตรอง และสุดท้ายสู่การกระทำที่ไม่ต้องแบ่งผู้เรียนเป็นแบบต่างๆแต่ช่วยให้ผู้เรียนทำงานอย่างสมดุล และสมบูรณ์

มอร์ลีย์ (Morley, 2000 : 50-52) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหลักสูตรคอมพิวเตอร์ ระบบการศึกษาทางไกล กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาช่างคอมพิวเตอร์ที่โรงเรียน Trinity Learning Solutions ประเทศสหรัฐอเมริกา แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองได้รับการสอนผ่านการศึกษาระบบทางไกลโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4MAT ได้คะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนหลักสูตรทางไกลแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แฮนค็อก (Hancock (2001 :3957 - A) ได้ศึกษาผลกระทบของระบบการวางแผนการสอนแบบ 4 MAT ที่มีต่อความถี่ของการแสดงพฤติกรรมละเลยการปฏิบัติงานของครูในชั้นเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5,6 และมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการรับผิดชอบหน้าที่ของครู และพฤติกรรมการละเลยการปฏิบัติงาน พฤติกรรมการแยกตัวของนักเรียนเป็นประเด็นทางการศึกษาที่กว้างมากพฤติกรรมทางการละเลยการปฏิบัติงานของครูมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการละเลยการปฏิบัติงานของนักเรียนซึ่งกินเวลา และความเอาใจใส่ของครูในช่วงระหว่างที่อยู่ในชั้นเรียนผลการวิจัยยังพบอีกว่าพฤติกรรมการละเลยการปฏิบัติงานของนักเรียนพฤติกรรมการแยกตัวของนักเรียนมีระดับลดลงเมื่อพวกเขาได้มีส่วนร่วมในบทเรียนอย่างจริงจังนอกจากนี้ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าจำนวนพฤติกรรมการละเลยการปฏิบัติงานในชั้นเรียนมีระดับลดลงเมื่อครูใช้ระบบการวางแผนการสอนแบบ 4 MAT ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยคือควรใช้แผนการสอนที่ได้รับการวางแผนโครงสร้างโดยเน้นเรื่องการมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงานของนักเรียนอันเป็นวิธีการที่จะลดพฤติกรรมการละเลยการปฏิบัติงานของครู และมีอิทธิพลในด้านบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย

แจ็กสัน (Jackson, 2001 : 352) ศึกษาผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาทัศนคติ และการมุ่งมั่นเรียนรู้ในวิชาจุลชีววิทยาเบื้องต้นของนักเรียนในวิทยาลัยชุมชน ประเทศสหรัฐอเมริกา จากการใช้วิธีการสอน และรูปแบบการเรียนรู้แบบ 4MAT ผลที่ได้จากการศึกษาชี้ว่ากลุ่มที่ใช้รูปแบบ 4MAT ทั้งหมดมีพัฒนาการขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ใช้รูปแบบบรรยาย และอภิปรายมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ทัศนคติ และความมุ่งมั่นในการเรียนที่โน้มเอียงไปทางกลุ่มที่ใช้รูปแบบ 4MAT ไม่พบว่า มีการปฏิสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบการเรียนของนักเรียนกับวิธีการสอน หรือระหว่างการเน้นการใช้สมองซีกใดซีกหนึ่งกับการสอน ไม่พบความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดในเรื่องเกี่ยวกับเพศต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ทัศนคติหรือความมุ่งมั่นในการเรียน รวมทั้งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยทางด้านเชื้อชาติต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษานบนพื้นฐานของการเน้นการใช้สมองซีกใดซีกหนึ่ง ดังนั้น การศึกษานี้ได้ให้ข้อมูลจากการทดลองที่โน้มเอียงไปทางรูปแบบ 4MAT ว่ามีผลดีกว่ารูปแบบดั้งเดิม ที่ใช้การบรรยาย และอภิปราย ต่อผลสัมฤทธิ์ในการศึกษา ทัศนคติ และความมุ่งมั่นในการเรียนของนักเรียนในวิชาจุลชีววิทยา มีการให้ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัย และการปฏิบัติต่อไป ด้วยซึ่งรวมทั้งการจำลองการศึกษานี้ แต่ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น และกับวิชาอื่นๆ ด้วย รวมทั้งการนำบททดสอบนักเรียนสำหรับรูปแบบการเรียนรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งมาใช้ มีการนำเอาการประชุมปฏิบัติการในเรื่องวิธีการแบบ 4 MAT และมีการปรับปรุงหลักสูตรที่สัมพันธ์กับกลยุทธ์ในการเรียนการสอน

เดลานีย์ (Delaney, 2014 : 357) ได้ศึกษารูปแบบการสอนที่ดีกว่าจริงหรือประสิทธิภาพของชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT กับบทเรียนที่สร้างขึ้นโดยไม่ใช้รูปแบบการสอนนี้ได้ทำการสำรวจความต้องการด้านวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสำหรับนักเรียนในชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตามความคาดหวังของจุดมุ่งหมาย Goals 2000 โดยทำการสำรวจการใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความเป็นไปได้ว่าน่าจะช่วยให้บรรลุผลสำเร็จไปสู่มาตรฐานการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันกลุ่มตัวอย่างได้แก่ชั้นเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 1 ห้องเรียนจำนวน 89 คนโดยทำการประเมินผล และการวิเคราะห์เปรียบเทียบจากวิธีการวิจัย 3 แบบเพื่อศึกษาว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการ และด้านทัศนคติมีระดับสูงขึ้นจริงหรือไม่ผลการวิจัยพบว่าไม่มีนัยสำคัญเกิดขึ้นทั้งในระดับผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิชาการ และด้านทัศนคติแต่อย่างไรก็ตามจากการเฝ้าสังเกตพบว่าวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบ 4 MAT เป็นวิธีการสอนที่มีคุณค่าประโยชน์มากมายซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าที (t) พบว่าวิธีการที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัยครั้งนี้ยังน่าเชื่อถือเนื่องจากพบว่ามี ความ

เป็นไปได้ที่ระดับ.05 ที่อาจเกิดความผิดพลาดในผลการวิเคราะห์ผลการวิจัยทำให้ผลการวิจัยอาจบิดเบือน และผิดไปจากความเป็นจริงที่พบในการเฝ้าสังเกตการณ์ก็ได้

จากงานวิจัยต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นทั้งในประเทศ และในต่างประเทศพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียน การจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิด 4 MAT นั้นส่วนใหญ่นำไปวิจัยในลักษณะของการทดลองสอน โดยนำ ระบบ 4 MAT ไปเปรียบเทียบกับจัดการการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งตัวแปรตามที่ศึกษาได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะคิดในการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และการสร้าง ผลงานของผู้เรียน โดยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และมีเจตคติที่ดีต่อการจัดกิจกรรมการเรียน การจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิด 4 MAT และเห็นประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนการจัดการ การเรียนรู้ตามแนวคิด 4 MAT ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการจัดการการเรียนรู้ตาม แนวคิด 4 MAT เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ซึ่งการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ซึ่งคำนึงถึงแบบการเรียนของผู้เรียน 4 แบบกับการพัฒนาสมองซีกซ้าย และซีกขวา เป็นรูปแบบ การสอนที่สามารถพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขซึ่งทำให้นักเรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4MAT เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหา และเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยวางกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



แผนภาพที่ 8 กรอบแนวคิดการวิจัย