บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้า เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจำแนกเป็นหัวข้อและรายละเอียดดังนี้

การสังเคราะห์งานวิจัย (Research Synthesis)

1. ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัย
2. ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัย
3. ขั้นตอนการสังเคราะห์งานวิจัย

การวิเคราะห์อภิมาน (META-ANALYSIS)

1. ความเป็นมาของการวิเคราะห์อภิมาน
2. ความหมายของการวิเคราะห์อภิมาน
3. ดัชนีมาตรฐานในการวิเคราะห์อภิมาน
4. ขั้นตอนการวิเคราะห์อภิมาน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบและเทคนิควิธีการสอน

2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

2.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้

2.2.1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es-Learning Cycle)

2.2.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es-Learning Cycle)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2.3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบโครงงาน (Project Method)

2.4 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem–based learning)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

2. ลักษณะ และพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

3. แนวทางการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์งานวิจัย

1. งานวิจัยในประเทศ

2. งานวิจัยต่างประเทศ

การสังเคราะห์งานวิจัย (Research Synthesis)

1. ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัย

การสังเคราะห์งานวิจัย มีผู้ให้ความหมายไว้หลายแนวคิด ดังนี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2529, หน้า 26) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัย (Research Synthesis) โดยสรุปว่า การสังเคราะห์งานวิจัยเป็นระเบียบวิธีการศึกษาหาข้อเท็จจริงเพื่อตอบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง โดยการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ หลายๆ เรื่องมาศึกษา วิเคราะห์ และนำเสนอข้อสรุปอย่างมีระบบให้ได้คำตอบของปัญหาที่เป็นข้อยุติ

อุทุมพร จามรมาน (2531, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัยหมายถึงการนำส่วนย่อยมาประกอบเข้าด้วยกันจนเกิดสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การบรรยายความรู้สึกโดยการนำคำต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกันหรือการทำงานบางอย่างจนเกิดผล โดยมาจากการประชุมระดมสมองหรือการสร้างทฤษฎีใหม่โดยการเชื่อมโยงทฤษฎีเก่าเข้าด้วยกัน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สุนา ณ สุโหลง (2545, หน้า 25) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัยว่าเป็นการนำหน่วยย่อยๆ หรือส่วนต่างๆ ของผลการวิจัยที่เป็นข้อความรู้จากงานวิจัยหลายๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาเดียวกันหรือใกล้เคียงกันทั้งที่เป็นข้อความรู้ที่สอดคล้องกันหรือข้อขัดแย้งกันมาสังเคราะห์อย่างมีระบบและนำมาบรรยายสรุปรวมกันให้เป็นเรื่องเดียวกันจนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่และเป็นข้อสรุปของปัญหานั้นๆ อย่างชัดเจน

ภูธร บ้านเนิน (2551, หน้า 34) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัยหมายถึงการนำหน่วยย่อยๆ หรือส่วนต่างๆ ของผลการวิจัยที่เป็นข้อความรู้จากงานวิจัยหลายๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน มาทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้คำตอบหรือข้อสรุปของปัญหานั้นๆ อย่างชัดเจนและเป็นระบบ

จากความหมายต่างๆ ข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัยได้ดังนี้

การสังเคราะห์งานวิจัย หมายถึง การศึกษาผลของงานวิจัยหลายๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน นำมาทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและเชิงปริมาณด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่เป็นองค์ความรู้ใหม่และให้ได้คำตอบหรือข้อสรุปของปัญหานั้นๆ

2. ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัย

ประเภทของการสังเคราะห์งานวิจัยแบ่งได้เป็น 2 แบบ แบบแรกเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยในฐานะเป็นงานส่วนหนึ่งของการวิจัย การสังเคราะห์งานวิจัยแบบนี้เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยในขั้นตอนของการศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย แบบที่สองเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยที่เป็นงานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์ในตัว ผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยแบบนี้เป็นประโยชน์ต่อการหาคำตอบปัญหาวิจัยที่เป็นข้อสรุปที่มีความลึกซึ้ง ซึ่งนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อวงการการศึกษา และเป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษย์และสังคมได้อย่างกว้างขวาง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ข, หน้า 17)

ในการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนั้นสามารถสรุปได้เป็น 5 วิธี ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ข, หน้า 18–20)

1) วิธีนับคะแนนเสียงแบบเดิม (Traditional Vote–Counting Methods)

การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบวิธีนับคะแนนเสียง เป็นการสังเคราะห์งานวิจัยจากการนับความถี่ของผลการทดสอบสมมุติฐาน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทางสถิติ การสังเคราะห์งานวิจัยวิธีนี้เป็นการนำเสนอรายงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มาจัดแยกเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิติและค่าสถิติเป็นบวก กลุ่มที่มีนัยสำคัญทางสถิตเป็นลบ และไม่พบนัยสำคัญทางสถิติ จากนั้นจึงสังเคราะห์โดยการนับความถี่งานวิจัยแต่ละกลุ่ม จุดอ่อนคือ งานวิจัยที่มีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ทำให้ได้ผลการวิจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติ และจุดหนึ่งคือละเลยสารสนเทศที่เป็นผลการวิจัยที่สำคัญ เพราะการเสนอเพียงว่าอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำมีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้ทราบว่าขนาดอิทธิพลมีมากน้อยเพียงใด

2) วิธีหาระดับนัยสำคัญจากผลการนับคะแนนเสียง (Vote-Counting Method Yielding Significance Level)

การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบการหาระดับนัยสำคัญจากผลการนับคะแนนเสียงเป็นวิธีที่ใช้หลักทางสถิติว่าเมื่อสมมุติฐานศูนย์เป็นจริงหรือพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลมีค่าเป็นศูนย์ ผลการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติในรูปค่าความน่าจะเป็น (p-values) ที่ได้จากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มีค่าเกินกว่า 0.5 อยู่ร้อยละ 50 และมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.50 อยู่ร้อยละ 50 ดังนั้น นักสังเคราะห์งานวิจัยจึงนำสัดส่วนของงานวิจัยที่มีค่าความน่าจะเป็นเกิน 0.50 มาทดสอบสมมุติฐานว่าเกินกว่าค่าที่กำหนดหรือไม่ โดยใช้การทดสอบไบโนเมียล (binomial test) หรือการทดสอบไคสแควร์ (chi-square test) จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ เป็นวิธีที่ใช้ไม่ได้เมื่อสมมุติฐานศูนย์ในการทดสอบงานวิจัยแต่ละเรื่องเป็นเท็จ และเป็นวิธีที่ไม่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับขนาดอิทธิพล

3) วิธีการประมาณค่าขนาดอิทธิพลจากผลการนับคะแนนเสียง (Vote-counting Method Yielding Estimator of Effect Size)

การสังเคราะห์งานวิจัยวิธีนี้เป็นวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลเมื่อทราบจำนวนงานวิจัยที่ให้ผลการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติมีนัยสำคัญทางบวก และการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้ประมาณค่าความเชื่อมั่น (confidence interval) ของพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพล จุดอ่อนของวิธีนี้ คือ การประมาณค่าโดยใช้สารสนเทศน้อยมาก คือใช้เพียงสัดส่วนจำนวนงานวิจัยที่มีนัยสำคัญทางสถิติเท่านั้น และค่าประมาณที่ได้จะมีความถูกต้องมากขึ้นก็ต่อเมื่อมีงานวิจัยจำนวนมากเท่านั้น จึงไม่เป็นที่นิยม

4) วิธีรวมสะสมค่าความน่าจะเป็น (Cumulation of p-values)

การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณแบบรวม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

สะสมค่าความน่าจะเป็น เป็นการนำค่าความน่าจะเป็นซึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานไม่มีหน่วยมารวมกันด้วยวิธีทางสถิติ โดยทั่วไปใช้หลักการหาค่าเฉลี่ย นักสถิติศึกษาการแจกแจงของค่าเฉลี่ยความน่าจะเป็นที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างประมาณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสร้างสูตรสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานว่าค่าเฉลี่ยพารามิเตอร์ความน่าจะเป็นจะแตกต่างจากศูนย์หรือไม่ วิธีนี้มีจุดอ่อนเนื่องมาจากผลการสังเคราะห์ไม่ให้ค่าประมาณขนาดอิทธิพล และในกรณีที่มีงานวิจัยเพียงเรื่องเดียวมีพารามิเตอร์ขนาดอิทธิพลไม่เท่ากับศูนย์ทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่ถูกต้องได้

5) วิธีการวิเคราะห์อภิมาน (Meta-analysis)

การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมานเป็นการใช้วิธีการทางสถิติประมาณค่าที่เป็นผลการวิจัยให้อยู่ในรูปดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ ขนาดอิทธิพล และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แล้วเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลหรือสหสัมพันธ์จากงานวิจัยแต่ละเรื่องว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรเพื่อสังเคราะห์สรุปงานวิจัยให้ได้ข้อค้นพบที่กว้างขวางลุ่มลึก

การสังเคราะห์งานวิจัยมีหลักการและวิธีการเหมือนกับการวิจัยทั่วไปที่ต้องกำหนดปัญหา รวบรวมข้อมูล นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ และเสนอผล เพียงอาจแตกต่างกันในรูปแบบของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งใช้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ศึกษาหลายๆ เรื่องมาทำการวิเคราะห์ โดยทำการสังเคราะห์เชิงคุณภาพ เพื่อจัดหมวดหมู่ประเด็นข้อค้นพบ และการสังเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อวิเคราะห์สรุปผล โดยผลที่ได้นั้นจะมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ ในการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณโดยนำงานวิจัยประเภททดลองมาสังเคราะห์หาค่าขนาดอิทธิพลผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์อภิมาน (Meta Analysis)

3. ขั้นตอนการสังเคราะห์งานวิจัย

Cooper & Hedges (1994, อ้างถึงใน กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ข, หน้า 20-21) ได้เสนอขั้นตอนในการสังเคราะห์งานวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนด้วยกัน เช่นเดียวกับขั้นตอนในการวิจัยทั่วไป คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดปัญหาวิจัย ขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาเอกสารทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่ 3 เป็นการรวบรวมงานวิจัย ขั้นตอนที่ 4 เป็นการวิเคราะห์งานวิจัยและตีความหมาย และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการเสนอแนะ

เผยแพร่รายงานผลการวิเคราะห์งานวิจัย แต่ละขั้นตอนมีวิธีการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดหัวข้อปัญหา การสังเคราะห์งานวิจัยเริ่มต้นจากการกำหนดปัญหาการวิจัย ซึ่งต้องเป็นปัญหาการวิจัยอย่างน้อยสองราย นักวิจัยมักจะสนใจและทำการวิจัยกับปัญหาที่มีคุณค่าและเป็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบที่แน่ชัด และมีหลายเรื่องที่ให้ผลแตกต่างกัน จึงจะเหมาะสมที่จะทำการสังเคราะห์

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดหัวข้อปัญหาแล้วนักสังเคราะห์งานวิจัยต้องนิยามและวิเคราะห์ปัญหาให้ชัดเจน ศึกษาแนวคิด หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อเป็นการกำหนดแบบแผนและสมมุติฐานการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมงานวิจัย การดำเนินการขั้นตอนนี้ประกอบด้วยวิธีดำเนินการ 3 ขั้น คือ ก) การสืบค้นงานวิจัย นักสังเคราะห์งานวิจัยต้องค้นคว้า และเสาะแสวงหางานวิจัยทั้งหมดเกี่ยวกับปัญหาที่กำหนดไว้ การสืบค้นงานวิจัยส่วนใหญ่จะหาได้จากเอกสาร เช่น รายงาน การวิจัย ปริญญานิพนธ์ บทคัดย่อปริญญานิพนธ์ วารสาร ดัชนีค้นวารสาร ศูนย์ทรัพยากรข้อมูลทางการศึกษา เป็นต้น ข การคัดเลือกงานวิจัย นักสังเคราะห์งานวิจัยต้องอ่าน ศึกษา และตรวจสอบงานวิจัยแต่ละเรื่องอย่างละเอียดต้องสร้างเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยให้ได้งานวิจัยที่มีคุณภาพดีมีความตรงภายใน และความตรงภายนอกสูงตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ และ ค) การรวบรวมผลงานวิจัย อาจใช้การจดบันทึก การถ่ายเอกสาร หรือการกรอบแบบฟอร์มก็ได้ ทั้งนี้ นักวิจัยต้องใช้ความระมัดระวังเก็บรวบรวมข้อมูลให้ได้ข้อมูลที่เที่ยงตรง เชื่อถือได้ และครบถ้วนสมบูรณ์

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์เพื่อสังเคราะห์ผลการวิจัยและตีความหมาย ขั้นตอนนี้เน้นการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย ผลการวิจัย รายละเอียดลักษณะและวิธีการวิจัยจากงานวิจัยทั้งหมด เพื่อสังเคราะห์หาข้อสรุปที่เป็นข้อยุติและทดสอบว่าสอดคล้องตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ จากนั้นจึงแปลหรือตีความหมายผลการวิเคราะห์เพื่อตอบปัญหาการวิจัย

ขั้นตอนที่ 5 การเสนอและเผยแพร่รายงานผลการสังเคราะห์งานวิจัย การเขียนรายงานการสังเคราะห์งานวิจัยมีหลักการเช่นเดียวกับการเขียนรายงานการวิจัยโดยทั่วๆ ไปนักสังเคราะห์งานวิจัยต้องเสนอรายละเอียดวิธีการดำเนินงานทุกขั้นตอนพร้อมทั้งสรุปข้อค้นพบ และข้อเสนอแนะจากการสังเคราะห์งานวิจัยโดยใช้ภาษาถูกต้องและชัดเจน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

การวิเคราะห์อภิมาน (META-ANALYSIS)

1. ความเป็นมาของการวิเคราะห์อภิมาน

การสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณ ได้เริ่มต้นช่วงตอนต้นศตวรรษที่ 20 โดยในระยะเริ่มแรก จะมีจุดเน้นอยู่ที่การสังเคราะห์ผลการวิจัยจากรายงานการวิจัยหลายๆ เรื่องเข้าด้วยกันต่อมาเมื่อพบว่าการสังเคราะห์งานวิจัยมีข้อจำกัดบางประการอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ทำให้การสรุปผลไม่ได้ภาพรวมที่แท้จริงทำให้แนวคิดพื้นฐานในการวิเคราะห์อภิมานเริ่มต้นในประมาณปี ค.ศ.1933 โดยในระยะแรก Thomdike เป็นบุคคลแรกที่ใช้การวิเคราะห์อภิมานในการสังเคราะห์งานวิจัยประเภทสหสัมพันธ์โดยการหาค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ต่อมา Cohen ได้เสนอการคำนวณหาค่าขนาดอิทธิพล (effect sizes) เมื่อปี ค.ศ. 1965 เพื่อใช้ในการคำนวณขนานกลุ่มตัวอย่างและการประมาณค่าอำนาจ ต่อมาในปี ค.ศ. 1976 นับเป็นปีแรกที่มีการเริ่มต้นใช้หลักการวิเคราะห์อภิมานโดย Glass เป็นบุคคลที่ริเริ่มใช้ค่าขนาดอิทธิพลและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นดัชนีมาตรฐานในการสังเคราะห์งานวิจัย (นัทธี เชียงชะนา 2550, หน้า 52)

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542, หน้า 1-2) ได้กล่าวว่า G.V. Glass. ได้ใช้ศัพท์คำว่า “meta-analysis” เป็นครั้งแรกในสุนทรพจน์ที่กล่าวในฐานะประธานคณะกรรมการดำเนินงานการประชุมประจำปีของสมาคมวิจัยการศึกษา อเมริกัน (American Educational Association = AERA) และในบทความทางวิชาการปี ค.ศ. 1976 โดยให้ความหมายว่า meta-analysis เป็นการวิเคราะห์ผลการวิเคราะห์ (analysis of analyses) ด้วยวิธีการทางสถิติเพื่อสังเคราะห์งานวิจัย ส่วนในวงการวิจัยการศึกษาของไทยเริ่มสนใจการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณเมื่อปี พ.ศ. 2527 อันเป็นปีที่มีผลงานวิชาการด้านนี้พิมพ์เผยแพร่เป็นครั้งแรก หนังสือชื่อ “การสังเคราะห์งานวิจัย : เชิงปริมาณ” ของอุทุมพร จามารมาน ในปี พ.ศ. 2527 นับเป็นตำราว่าด้วยการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณเล่มแรกของไทย นับจากนั้นมาก็มีบทความวิชาการ หนังสือและรายงานวิจัยพิมพ์เผยแพร่มากขึ้นเป็นลำดับ นักวิจัยหลายท่านได้แปลศัพท์คำว่า “meta-analysis” ไว้แตกต่างกันเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกใช้คำภาษาไทยทับศัพท์ภาษาอังกฤษ แต่มีการสะกดคำแตกต่างกัน กล่าวคือ อุทุมพร จามรมาน ใช้คำว่า การวิเคราะห์เมตต้า สุวัฒนา สุวรรณเขตนิคม ใช้คำว่า การวิเคราะห์เมทต้า ดุษฎี โยเหลา ใช้คำว่า การวิเคราะห์เมต้า กลุ่มที่สอง ใช้วิธีการบัญญัติศัพท์ใหม่ที่มีความหมายตรงกับคำว่า “meta-analysis” ได้แก่ นงลักษณ์ วิรัชชัย ใช้คำว่า การวิเคราะห์

อภิมาน สุรศักดิ์ หลาบมาลา ใช้คำว่า การวิเคราะห์รวมผล และสุพัฒน์ สุกมลสันต์ ใช้คำว่า การอภิเคราะห์

2. ความหมายของการวิเคราะห์อภิมาน

การวิเคราะห์อภิมาน (META–ANALYSIS) มีผู้ให้ความหมายไว้หลายแนวคิดดังนี้

นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช (2541, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัย หมายถึงการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณแบบหนึ่งที่นักวิจัยนำงานวิจัยที่ศึกษาปัญหาวิจัยเดียวกันมาศึกษาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่เป็นข้อยุติของปัญหางานวิจัย โดยมีงานวิจัยแต่ละเรื่องเป็นหน่วยในการวิเคราะห์ ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์อภิมานประกอบด้วยผลการวิจัยวัดในรูปขนาดอิทธิพล และ/หรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ รวมกับสารสนเทศเกี่ยวกับคุณลักษณะงานวิจัยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ การวิเคราะห์เพื่อประมาณค่าขนาดอิทธิพล และ/หรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ อันเป็นดัชนีมาตรฐานที่ได้จากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์แต่ละเรื่อง การวิเคราะห์เพื่อสรุปรวมค่าดัชนีมาตรฐาน และการวิเคราะห์ว่าดัชนีมาตรฐานที่ได้นั้นมีค่าแตกต่างกันเนื่องจากตัวแปรปรับอะไร อันเป็น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมาตรฐานกับคุณลักษณะงานวิจัย

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2542, หน้า 44) ได้สรุปความหมายของการวิเคราะห์อภิมาน (META–ANALYSIS) ไว้ว่า การวิเคราะห์อภิมานเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณแบบหนึ่งที่นักวิจัยนำงานวิจัยซึ่งศึกษาปัญหาเดียวกันมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อสังเคราะห์ให้ได้ข้อสรุปที่มีความกว้างขวางลุ่มลึกกว่าผลงานวิจัยแต่ละเรื่อง ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์อภิมาน คือ ข้อมูลผลการวิจัยวัดในรูปดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ ดัชนีขนาดอิทธิพลและดัชนีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัย หน่วยการวิเคราะห์ คือ งานวิจัยหรือการทดสอบสมมุติฐาน จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์แยกได้เป็น 2 ประการ ประการแรก คือ การสังเคราะห์ให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับดัชนีมาตรฐาน ประการที่สอง คือ การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรกำกับกับดัชนีมาตรฐาน

สินีนุช เสนีวงศ์ ณ อยุธา (2547, หน้า 28) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์อภิมานเป็นการวิจัยเชิงปริมาณที่ทำการสังเคราะห์งานวิจัยหลายๆ เรื่องซึ่งศึกษา

ปัญหาเดียวกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อให้ได้ข้อสรุปใหม่ที่เป็นปรนัย เชื่อถือได้ และมีความกว้างขวาง ลุ่มลึกกว่าผลการวิจัยเดิมแต่ละเรื่อง ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์อภิมานคือดัชนีมาตรฐาน ซึ่งอยู่ในรูปของดัชนีขนาดอิทธิพลหรือดัชนีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ และข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัย หน่วยการวิเคราะห์ คือ งานวิจัย จุดมุ่งหมายในการวิเคราะห์อาจแยกได้ 2 ประเภท คือ การสังเคราะห์ให้ได้ข้อมูลสรุปเกี่ยวกับดัชนีมาตรฐาน และการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างดัชนีมาตรฐานและตัวแปรปรับซึ่งได้แก่ คุณลักษณะงานวิจัย

ทัศวรรณ คำทองสุข (2550, หน้า 71) ได้ให้ความหมายของการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมาน เป็นวิธีการสังเคราะห์งานวิจัยที่ศึกษาปัญหาเดียวกัน โดยใช้วิธีวิทยาการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ประกอบด้วย ผลการวิจัยแต่ละเรื่องและคุณลักษณะงานวิจัย แต่เนื่องจากงานวิจัยแต่ละเรื่องตัวแปรต่างกัน เพื่อให้งานวิจัยแต่ละเรื่องอยู่ในสเกลเดียวกัน จึงต้องทำให้อยู่ในรูปดัชนีมาตรฐาน (Standard indices) ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภท ที่นักวิจัยใช้ในการวิเคราะห์อภิมานตามลักษณะงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ คือ ขนาดอิทธิพล (effect size) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

นัทธี เชียงชะนา (2550, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของการวิเคราะห์อภิมานไว้ว่า การวิเคราะห์อภิมาน คือวิธีการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณวิธีหนึ่งโดยนำงานวิจัยหลายๆ เรื่องที่ศึกษาปัญหาเดียวกันมาทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อสรุปข้อค้นพบจากงานวิจัยดังกล่าว โดยข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์อภิมานจะอยู่ในรูปของดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ขนาดอิทธิพล (effect size) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์และข้อมูลคุณลักษณะงานวิจัย

จากความหมายดังกล่าวผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการวิเคราะห์อภิมานหมายถึง การสังเคราะห์งานวิจัยเชิงปริมาณประเภทหนึ่งซึ่งนำงานวิจัยหลายๆ เรื่องที่ศึกษาในปัญหาเดียวกันมาทำการสังเคราะห์ด้วยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่ที่เป็นปรนัย เชื่อถือได้ และมีความกว้างขวาง ลุ่มลึกกว่าผลการวิจัยเดิม ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์อภิมาน คือ ข้อมูลผลการวิจัยที่วัดในรูปดัชนีมาตรฐาน (Standard indices) ซึ่ง ได้แก่ ดัชนีขนาดอิทธิพล (effect size) และดัชนีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient)

3. ดัชนีมาตรฐานในการวิเคราะห์อภิมาน

ในการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยวิธีการอภิมานนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนรูปผลการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งต้องคำนวณค่าดัชนีมาตรฐานจากผลการวิจัยแต่ละเรื่อง ดัชนีมาตรฐานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามคุณลักษณะของงานวิจัย คือ ขนาดอิทธิพล (Effect Size) ซึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานในการวิจัยเชิงทดลอง และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficients) เป็นดัชนีมาตรฐานในการวิจัยเชิงสหสัมพันธ์(Glass McGraw and Smith, 1979, p.118 อ้างถึงใน นงลักษณ์ วิรัชชัย และสุวิมล ว่องวาณิช, 2541, หน้า 64)

การประมาณค่าพารามิเตอร์จากค่าสถิติที่ได้จากงานวิจัยหลายเรื่อง เนื่องจากค่าสถิติที่แตกต่างกันเพราะผลการวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มีแบบแผนการวิจัยที่ต่างกัน ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้หรือนำมาสังเคราะห์ทันทีไม่ได้ ต้องนำค่าสถิติเหล่านั้นมาเปลี่ยนให้เป็นมาตรฐานเดียวกันเสียก่อนเพื่อที่จะสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นผู้สังเคราะห์จึงต้องสร้าง(คำนวณ) ดัชนีมาตรฐานจากการวิจัยต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์อภิมานนี้ดัชนีมาตรฐานแยกเป็น 2 ประเภทตามประเภทงานวิจัย คือ

1. ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size or Effect Magnitude : ES, d) ซึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานสำหรับงานวิจัยเชิงทดลอง

2. ค่าสัมพันธ์ประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient : r) ซึ่งเป็นดัชนีมาตรฐานสำหรับงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ (Correlation Research) การประมาณค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยเชิงทดลองนั้น วิธีการปรับผลวิจัยให้เป็นหน่วยมาตรฐานเดียวกันวิธีที่เหมาะสมที่สุด คือการหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมและปรับให้เป็นคะแนนมาตรฐานโดยการหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน นั้นคือ ขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำในการทดลองมีค่าเท่ากับความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังสูตร

$$d = (\overline{X_E} - \overline{X_C})/S$$

โดยที่ d แทน ดัชนีมาตรฐานที่แสดงขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำ

$\overline{X}_E$ แทน คะแนนเฉลี่ยตัวแปรตามของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}_C$ แทน คะแนนเฉลี่ยตัวแปรตามของกลุ่มควบคุม

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ปัณณิตา สายสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

การปรับผลวิจัยให้เป็นหน่วยมาตรฐานโดยใช่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นตัวหารเพื่อหาค่าดัชนีมาตรฐานแสดงขนาดอิทธิพลของตัวแปรจัดกระทำ เป็นเรื่องสำคัญ เพราะถ้าหากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรกลุ่มควบคุมต่างกัน จะทำให้ผลการคำนวณค่าต่างกันดังตัวอย่างต่อไปนี้

	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
คะแนนเฉลี่ยตัวแปรตาม	$\overline{X}_E = 52$	$\overline{X}_C = 50$
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	$S_E = 2$	$S_C = 10$

ในกรณีนี้ค่า d ที่คำนวณได้จะมีสามค่า ซึ่งต่างกันออกไปตามส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้เป็นตัวหาร คือ

ก. ใช้ S_E จะได้ d = 1.00

ข. ใช้ S_C จะได้ d = 0.20

ค. ใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ย จะได้ d = 0.33

ค่า d ทั้งสามค่ามีความหมายดังนี้

ค่า d = 1.00 มีความหมายว่า กลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม 1 หน่วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($1\sigma_E$) เหนือค่าเฉลี่ยกลุ่มควบคุม เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองและถ้าตกลงยอมรับ (Assume) ว่า คะแนนของกลุ่มประชากรมีลักษณะการแจกแจ้งเป็นโค้งปกติ ก็อาจจะกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 16 ของกลุ่มทดลองหรือในทำนองเดียวกันก็กล่าวได้ว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนสมาชิกในกลุ่มควบคุมร้อยละ 84 (เพราะ d = 1 ตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 84)

ค่า d = 0.20 มีความหมายว่า คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง 1 ใน 5 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนสมาชิกร้อยละ 58 ของกลุ่มควบคุม

การคำนวณค่า d ทั้งสองวิธีนี้ไม่ขัดแย้ง ฉะนั้นจะใช้วิธีการใดก็ได้ แต่การคำนวณโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเป็นตัวหารนั้นไม่นิยมใช้เพราะค่าดังกล่าวไม่มีความหมายในการแปลความ

อย่างไรก็ตาม Glass and others (1979, p.107) เสนอว่าการคำนวณหาค่า d จากงานวิจัยเชิงทดลองดังกล่าวนั้นควรใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมเป็น

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตัวหาร เพราะถ้างานวิจัยมีกลุ่มทดลองมากกว่าหนึ่งกลุ่มและกลุ่มควบคุมเพียงกลุ่มเดียว และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ถ้าใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลอง จะทำให้เกิดปัญหาสำหรับการเลือกใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองว่าจะเลือกใช้ค่าใดหรือของกลุ่มใดจึงจะเหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวนี้ การใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุมจึงเป็นทางออกตามที่กลาสเสนอแนะ

ค่า d มีทั้งค่าบวกและค่าลบ เป็นดัชนีมาตรฐานที่ไม่มีหน่วย ดังนั้น ค่า d ที่ได้จึงสามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติต่างๆ เพื่อหาข้อสรุปของงานวิจัยได้ตามความต้องการ แต่อย่างไรก็ดี บางครั้งงานวิจัยเชิงทดลองที่นำมาสังเคราะห์ อาจใช้แบบแผน (Design) การทดลองที่แตกต่างกันออกไปและใช้วิธีการทางสถิติทดสอบความแตกต่างกัน ซึ่งอาจทำให้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไม่เพียงพอที่จะคำนวณหาค่า d ด้วยวิธีการหรือสูตรข้างต้นที่กล่าวมา ในกรณีเช่นนี้ กลาส จึงได้เสนอวิธีการคำนวณค่าขนาดอิทธิพลโดยใช้สูตรดังนี้

1. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (กลุ่มทดลองหนึ่งกลุ่มควบคุมหนึ่งกลุ่ม)

$$d = (\bar{X}_E - \bar{X}_C)/S$$

โดยที่ d แทน ขนาดอิทธิพล

$\bar{X}_E$ แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_C$ แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มควบคุม

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตามของกลุ่มควบคุม

2. กลุ่มทดลองมี 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุมมี 1 กลุ่ม

$$d_1 = (\overline{X}_1 - \overline{X}_C)/S_C$$
$$d_2 = (\overline{X}_2 - \overline{X}_C)/S_C$$

3. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยมีการสอบวัดก่อนหลังทดลองและเสนอค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากการวัด (Gain Sore)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

$$d = (\overline{G}_E - \overline{G}_C)/S_Y$$

โดยที่ $\bar{G}_E$ แทน ค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มทดลอง

$\bar{G}_C$ แทน ค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มควบคุม และ

S_Y แทน $S_G\sqrt{1-r_{12}^2}$

S_G แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มควบคุม

r_{12} แทน ค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างตัวแปรและการจับคู่ของตัวแปรนั้น

4. มีกลุ่มทดลองเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยการสอบวัดผล–หลังการทดลองและเสนอเฉพาะคะแนนเศษที่เหลือ (Residual Score)

$$d = (\overline{X}_E - \overline{X}_C)/S_Y$$

5. กลุ่มทดลองเปรียบเทียบกลุ่มควบคุม โดยมีการสอบวัดก่อน – หลัง และเสนอตัวแปรเกณฑ์คะแนนปรับแก้ตัวแปรร่วน

$$d = (\overline{X}_E - \overline{X}_C)/S_Y$$

โดยที่ S_Y แทน $\sqrt{\frac{MS_W(df_W-1)}{(1-r_{12}^2)(df_W-2)}}$

MS แทน ค่าเฉลี่ยผลรวมกำลังสองของคะแนนเบี่ยงเบน (Mean Square)

df แทน องศาอิสระ (degrees of freedom)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

6. รายงานค่าสถิติทดสอบต่างๆ

6.1 รายงานค่า t–test แบบอิสระ (t–Independent) ซึ่งตกลงยอมรับว่าความแปรปรวนแต่ละกลุ่มเท่ากันและจำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสองเท่ากัน

$$d = 2t/\sqrt{N}$$

โดยที่ N แทน ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

6.2 รายงานค่า t–test แบบอิสระ แต่จำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มไม่เท่ากัน

$$d = \sqrt{(1/n_E) + (1/n_c)}$$

โดยที่ n_E แทน จำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง

n_C แทน จำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม

6.3 รายงานค่า t – test แบบไม่อิสระ (t–test dependent)

$$d = \frac{2t \cdot \sqrt{1 - r_{12}}}{\sqrt{N}}$$

6.4 รายงานค่า F ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และค่า MS_B ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสามกลุ่มไว้จากการทดสอบสมมุติฐานค่าเฉลี่ยทั้งสามกลุ่มเท่ากัน

$$d_1 = \left(\overline{X}_E - \overline{X}_C\right)/\sqrt{MS_B F}$$
$$d_2 = \left(\overline{\mathrm{X}}_{\mathrm{E}} - \overline{\mathrm{X}}_{\mathrm{C}}\right)/\sqrt{\mathrm{MS_B F}}$$

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

7. แบบแผนการวิจัยที่มีตัวแปรอิสระหลายตัว

$$d = \left(\overline{X}_E - \overline{X}_C\right)/S_C$$

โดยที่ S_C แทน $\sqrt{\frac{SS_B+SS_{AB}+SS_W}{df_B+df_{AB}+df_W}}$

8. แบบแผนการวิจัยที่ไม่มีกลุ่มควบคุม

$$d = \left(\overline{X}_1 - \overline{X}_2\right)/S_2$$

โดยที่ X_1 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม

X_2 แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเปรียบเทียบ

S_2 แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มเปรียบเทียบ

ส่วนการสังเคราะงานวิจัยที่มีแบบแผนเป็นหนึ่งกลุ่มวัดก่อนและหลัง (one group pretest posttest design) นั้น Becker (1988, pp.257–278) ได้เสนอวิธีการคำนาณตามสูตรดังนี้

$$d = \left(\frac{M_{post} - M_{pre}}{SD_{pre}}\right)$$

โดยที่ d แทน ขนาดอิทธิพล

M_{post} แทน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

M_{pre} แทน คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

SD_{pre} แทน ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐานก่อนเรียน

สำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ ซึ่งงานวิจัยประเภทนี้จะรายงานค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยนั้นๆ การวิเคราะห์แบบอภิมานสำหรับงานวิจัยประเภทนี้สามารถนำค่า r มาใช้วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เพื่อสังเคราะห์งานวิจัยได้ทันทีเพราะ r ถือว่า เป็นค่าดัชนีมาตรฐานที่ไม่มีหน่วยอยู่แล้ว นอกจากนั้น Hunter, Schmith and Jackson (1982, p.98) ก็ได้เสนอวิธีการแปลงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ให้เป็นค่าขนาดอิทธิพล (d) เพื่อนำมาวิเคราะห์

$$d = \sqrt{\frac{n-2}{n}} \cdot \left[\frac{2_r}{\sqrt{1-r^2}}\right]$$

4. ขั้นตอนการวิเคราะห์อภิมาน

การสังเคราะห์งานวิจัยด้วยการวิเคราะห์อภิมาน มีขั้นตอนการดำเนินงาน 4 ขั้นตอนเช่นเดียวกับการดำเนินการวิจัยทั่วไป (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 37-47) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดปัญหาวิจัยและวัตถุประสงค์การวิจัย

ปัญหาวิจัยในการวิเคราะห์อภิมานงานวิจัย มีปัญหาหลัก 3 ข้อ ปัญหาวิจัยข้อแรก คือปัญหาขนาดของค่าแนวโน้มสู่ส่วนกลางของดัชนีมาตรฐาน ปัญหาวิจัยข้อที่สอง คือ ปัญหาปริมาณความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐาน และปัญหาวิจัยข้อที่สาม คือ ปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์กับดัชนีมาตรฐานอันเป็นผลการวิจัย

การกำหนดวัตถุประสงค์การวิจัยสำหรับการวิเคราะห์อภิมาน มีวิธีการเป็นแบบเดียวกับการกำหนดวัตถุประสงค์ในการวิจัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่ออธิบายวัตถุประสงค์สำคัญ คือ เพื่อสังเคราะห์ผลการวิจัยที่ยังมีข้อขัดแย้ง หรือมีจำนวนมากให้ได้คำตอบปัญหาวิจัยที่เป็นข้อสรุป เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ทางวิชาการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ และเพื่อให้ได้ข้อค้นพบที่เป็นความสัมพันธ์แบบมีเงื่อนไขที่จะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดนโยบายและการปฏิบัติจริงได้ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาและสังเคราะห์ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และสร้างกรอบความคิดสำหรับการวิเคราะห์อภิมาน โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับรายงานการสังเคราะห์งานวิจัยที่เป็นการศึกษาปัญหาวิจัยเดียวกัน สำหรับวิธีการสังเคราะห์รายงานอาจใช้วิธีการศึกษาเชิงบรรยายแบบเดียวกับวิธีที่ใช้ในการวิจัยทั่วไป หรือจะนำเสนอแต่เพียงรายงานว่ามีรายงานวิจัยเป็นจำนวนเท่าไร มีลักษณะทั่วไปอย่างไร ในการวิเคราะห์อภิมานนักวิจัยมักไม่นิยมใช้วิธีการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้วยการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

วิเคราะห์อภิมาน เพราะจะเป็นงานซ้ำซ้อนกับงานวิจัยที่จะใช้การวิเคราะห์อภิมาน ส่วนใหญ่การรายงานเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมักจะรายงานค่าดัชนีมาตรฐานจากงานวิจัยแต่ละเรื่อง โดยไม่มีการสังเคราะห์

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลสำหรับการสังเคราะห์งานวิจัยประกอบด้วยข้อมูลสองส่วน ส่วนแรกเป็นข้อมูลจากผลการวิจัยแต่ละเรื่อง วัดในรูปดัชนีมาตรฐาน (Standard index) บอกความสำคัญของขนาดและทิศทางอิทธิพลของปัจจัยเชิงสาเหตุที่มีต่อตัวแปรผล ดัชนีที่นิยมใช้กันมากมี 2 ชนิด ได้แก่ ขนาดอิทธิ (effect size) และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ข้อมูลส่วนที่สองเป็นข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่หนึ่ง ตัวแปรเกี่ยวกับลักษณะการพิมพ์ เช่น ปีที่พิมพ์ จำนวนหน้า คุณภาพการพิมพ์ หน่วยงานต้นสังกัดของผู้วิจัย กลุ่มที่สอง ตัวแปรเกี่ยวกับเนื้อหาสาระ (substance) เช่น ประเภททฤษฎีที่ใช้ การตั้งสมมุติฐานวิจัย ลักษณะกรอบความคิดในการวิจัยจำนวนเอกสารอ้างอิง ประเภทของตัวแปรต้นประเภทของตัวแปรตาม จำนวนตัวแปร กลุ่มที่สาม ตัวแปรเกี่ยวกับวิธีวิทยาการวิจัย (research methodology) เช่น ขนาดกลุ่มตัวอย่าง ค่าความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย ลักษณะแบบแผนการวิจัยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง วิธีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน ระยะเวลาการทดลอง ลักษณะผู้ทำการทดลอง ประเภทสถิติวิเคราะห์ที่ใช้ การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

การดำเนินงานรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนนี้แยกได้เป็น 4 งาน คือ การสืบค้นงานวิจัย การกำหนดกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์ การสร้างเครื่องมือวิจัย และการบันทึกข้อมูลแต่ละงานมีวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

1) การสืบค้นงานวิจัย นักวิจัยเริ่มต้นโดยการกำหนดลักษณะงานวิจัยที่ต้องการสังเคราะห์ว่าเป็นงานวิจัยศึกษาปัญหาลักษณะใด ประเภทใด ช่วงเวลาใด เป็นงานวิจัยจากหน่วยงานใด หรือจะใช้ทุกงาน เมื่อได้ขอบเขตกว้างๆ แล้วจึงลงมือสืบค้นงานวิจัย

2) การกำหนดกลุ่มตัวอย่างงานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์ เมื่อนักวิจัยสืบค้นงานวิจัยที่จะนำมาสังเคราะห์ได้ตามขั้นตอนที่ 1 แล้ว งานขั้นต่อไป คือ การตัดสินใจว่าจะสังเคราะห์งานวิจัยทุกเรื่องหรือเลือกศึกษาเฉพาะบางส่วน นักวิจัยอาจเลือกโดยการสุ่มหรือเลือกศึกษาเฉพาะบางส่วน นักวิจัยอาจเลือกโดยการสุ่มหรือจะเลือกแบบเจาะจงโดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือกให้ชัดเจนตามที่นักวิจัยต้องก็ได้ สำหรับจำนวนงานวิจัยที่

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

เลือกนั้น Glass, McGaw และ Smith (1987) Light และ Pillemer (1984) เสนอทางเลือกไว้ 4 ทางเลือก คือ ก) การศึกษางานวิจัยทุกเรื่องที่สืบค้นได้ ข) การเลือกงานวิจัยแบบแบ่งชั้นตามลักษณะงานวิจัย ค) การเลือกเฉพาะงานวิจัยที่มีการพิมพ์เผยแพร่ และ ง) การเลือกเฉพาะงานวิจัยที่มีคุณภาพ

3) การสร้างเครื่องมือวิจัย เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์อภิมานมีเพียงสองแบบ คือแบบประเมินงานวิจัยและแบบบันทึกข้อมูล แบบประเมินงานวิจัยนิยมสร้างเป็นมาตรประเมินค่า (rating scale) โดยมีข้อความบ่งบอกคุณภาพงานวิจัย เช่น วัตถุประสงค์งานวิจัยสอดคล้องกับชื่อเรื่อง/ปัญหาวิจัย สมมุติฐานวิจัยมีหลักฐานสนับสนุน ใช้วิธีการสุ่มในการเลือกกลุ่มตัวอย่าง มีการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติวิเคราะห์ เป็นต้น สำหรับแบบบันทึกข้อมูลอาจทำเป็นตารางหรือเป็นแบบสอบถามทั้งแบบปลายปิดและปลายเปิดก็ได้ มีหลักการในการสร้างแบบบันทึกข้อมูล 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการกำหนดขอบข่ายข้อมูลที่ต้องการและการกำหนดรหัสตัวแปรสำหรับข้อมูล ขั้นการสร้างแบบบันทึกให้ครอบคลุมตัวแปรที่ต้องการ และขั้นการทดลองใช้แบบบันทึกข้อมูลโดยรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัย 5–10 เรื่อง และปรับแบบบันทึกข้อมูลรวมทั้งรหัสตัวแปร ในกรณีที่มีการรวบรวมข้อมูลหลายคนต้องมีการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างผู้รวบรวมข้อมูลด้วย

4) การบันทึกข้อมูล การบันทึกข้อมูลเป็นการนำเครื่องมือวิจัยไปใช้รวบรวมข้อมูล และสร้างไฟล์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยและผลการวิจัย โดยปรับผลการวิจัยให้อยู่ในรูปดัชนีมาตรฐาน Glass, McGaw และ Smith (1981) ได้นำเสนอสูตรพื้นฐานสำหรับประมาณค่าดัชนีมาตรฐาน ได้แก่ ค่าขนาดอิทธิพล (effect size) และค่าสัมประสิทธิ์สหพันธ์ (correlation coefficient) อันเป็นผลการวิจัยจากงานวิจัยแต่ละเรื่อง สองวิธี คือ วิธีการประมาณค่าโดยตรงจากค่าสถิติที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง และวิธีการประมาณค่าโดยการคำนวณจากค่าสถิติดังที่ได้เสนอสูตรการประมาณค่าไว้ในหัวข้อ 2.3

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลมีงานสำคัญ 3 งาน คือ การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ การตรวจสอบลักษณะการแจกแจงตัวแปร และการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. การเตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ หลังจากการบันทึกข้อมูลจากรายงานการวิจัยและการตรวจสอบการลงรหัสตัวแปรว่าถูกต้องแล้ว งานขั้นต่อไปคือการเตรียมไฟล์ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างไฟล์ข้อมูลเหมือนในการวิจัยทั่วไป และต้องตรวจสอบว่ามีตัวแปรใดมีค่าขาดหาย (missing) บ้าง ถ้ามีค่าขาดหายมากต้องตรวจสอบว่าการขาดหายเกิดขึ้นโดยสุ่มหรือมีระบบ เช่น ถ้างานวิจัยจากหน่วยงานเกือบทุกเรื่องมีข้อมูลเกี่ยวกับปีที่พิมพ์ขาดไปแสดงว่าค่าของตัวแปรปีที่พิมพ์ขาดหายไปเฉพาะกลุ่มมิใช่ขาดหายแบบสุ่ม กรณีเช่นนี้ต้องย้อนกลับไปตรวจสอบและเก็บข้อมูลเสริมจากแหล่งอื่น เช่น จากหน่วยงานต้นสังกัดโดยตรง เป็นต้น กรณีที่ค่าขาดหายเป็นแบบสุ่มสามารถประมาณค่าทดแทนได้ วิธีการประมาณค่าทดแทนค่าที่ขาดหายอาจใช้ค่าเฉลี่ยตัวแปรนั้น หรือใช้ค่าประมาณที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างตัวแปรที่มีข้อมูลขาดหายกับตัวแปรที่สัมพันธ์กัน

2. การตรวจสอบลักษณะการแจกแจงของตัวแปร การดำเนินงานขั้นตอนนี้มีวิธีการเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณในการวิจัยทั่วๆ ไป กล่าวคือต้องทำตารางแจกแจงความถี่ดูลักษณะการแจกแจงความถี่และหาค่าสถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง รวมทั้งการทดสอบทางสถิติเพื่อตรวจสอบว่าการแจกแจงของตัวแปรเป็นโค้งปกติหรือไม่ จำเป็นต้องมีการปรับตัวแปรอย่างไรหรือไม่ การดำเนินงานอีกอย่างหนึ่ง คือ การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้น (linear relationship) เพราะสถิติวิเคราะห์เกี่ยวกับความสัมพันธ์จะใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเป็นพื้นฐาน นอกจาก ยังต้องตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นที่จะใช้สถิติวิเคราะห์แต่ละประเภทหรือไม่ด้วย เช่น ในกรณีมีตัวแปรกำกับเป็นตัวแปรระดับนามบัญญัติ ถ้าจะใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณต้องเปลี่ยนตัวแปรระดับนานบัญญัติให้เป็นตัวแปรดัมมี่ (dummy variable) ก่อน เป็นต้น

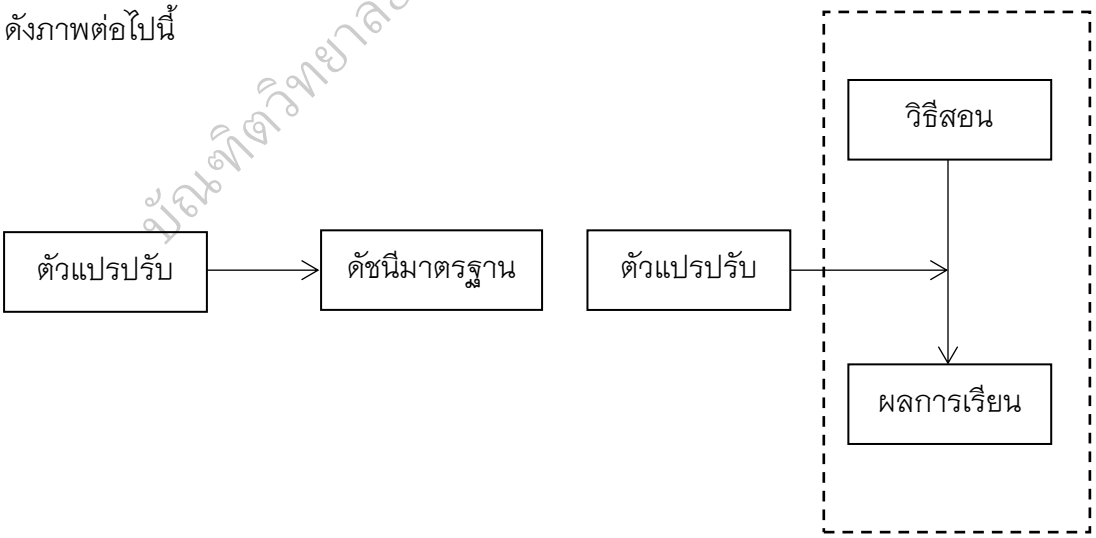
3. การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น การวิเคราะห์ข้อมูลในตอนนี้เป็นการเสนอค่าสถิติเบื้องต้นของตัวแปรสำคัญ การทำตารางไขว้ (cross tabulation) เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเบื้องต้น การทำกราฟเพื่อเสนอค่าดัชนีมาตรฐาน เช่น แผนภูมิต้น–ใบ (stem–leaf plot) เพื่อแสดงลักษณะการกระจายของดัชนีมาตรฐาน แผนภูมิกล่อง (box plot) เพื่อแสดงความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของดัชนีมาตรฐานระหว่างกลุ่มงานวิจัยที่แบ่งกลุ่มตามตัวแปรกำกับเป็นต้น อย่างไรก็ดี รายงานการวิเคราะห์อภิมานที่ลงพิมพ์ในวารสารวิชาการที่เสนอการวิเคราะห์เบื้องต้นมีน้อย แม้ว่านักวิจัยทุกคน

ได้วิเคราะห์เบื้องต้น แต่มิได้เสนอรายงานเพราะเนื้อที่ในวารสารวิชาการมีจำกัด

4. การวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามวิจัย หลักการสำคัญของการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ผลการวิจัย ซึ่งวัดในรูปดัชนีมาตรฐานทั้งหมดว่ามีความแตกต่างระหว่างงานวิจัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ถ้าไม่แตกต่างกันนักนักวิจัยจะสามารถสังเคราะห์สรุปผลการวิจัยทั้งหมดเป็นคำตอบปัญหาวิจัยได้ ถ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต้องวิเคราะห์เพื่ออธิบาย (explain) ต่อไป ความแตกต่างหรือความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐานนั้นเกิดขึ้นเนื่องมาจากคุณลักษณะงานวิจัยด้านในบ้าง Hunter and Schmidt (1990) กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามวิจัยในการวิเคราะห์อภิมานแยกได้เป็นสองแบบ แบบแรกเป็นการวิเคราะห์ตัวแปรกำกับแบบที่สองเป็นการพัฒนาทฤษฎีโดยการทดสอบโมเดลเชิงสาเหตุ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ตัวแปรกำกับ (moderator analysis)

การวิเคราะห์ตัวแปรกำกับหรือการอธิบายความแปรปรวนของดัชนีมาตรฐานโดยใช้ตัวแปรกำกับ เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีค่าดัชนีมาตรฐาน (ขนาดอิทธิพล หรือสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์) เป็นตัวแปรตาม และตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยเป็นตัวแปรต้น เนื่องจากค่าดัชนีมาตรฐานเป็นค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว เช่น ขนาดอิทธิพลของวิธีสอนที่มีต่อผลการเรียนดังนั้น ตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยที่มีอิทธิพลทำให้ค่าดัชนีมาตรฐานแตกต่างกัน จึงเรียกว่า ตัวแปรปรับหรือตัวแปรกำกับ (moderator) ดังภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 อิทธิพลของตัวแปรปรับที่มีต่อดัชนีมาตรฐาน

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ (2552 ข, หน้า 42)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ตัวแปรกำกับในการสังเคราะห์งานวิจัยมีสองแบบ คือ ก) ตัวแปรกำกับอ้างอิงได้น้อย (low referenced moderator) หมายถึง ตัวแปรกำกับที่มีในงานวิจัยซึ่งให้ผลการสังเคราะห์ที่ใช้สรุปอ้างอิงได้ตามลักษณะของงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ โดยสามารถอ้างอิงได้ถึงประชากรทั้งหมด (universe) อันเป็นกลุ่มประชากร (population of populations) ที่ได้จากงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ และ ข) ตัวแปรกำกับอ้างอิงได้สูง (high referenced moderator) หมายถึงตัวแปรกำกับที่นักวิจัยสร้างจากวิจัยที่มีบริบทต่างกัน ซึ่งให้ผลการสังเคราะห์ที่ใช้อ้างอิงได้กว้างขวางมากกว่าขอบข่ายของงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์ และได้ผลการสังเคราะห์ที่เป็นองค์ความรู้ใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรกำกับ สำหรับการวิเคราะห์อภิมานในปัจจุบันแตกต่างกันเป็น 4 วิธี ดังนี้

วิธีที่ 1 คือ วิธีของ Glass (Glass, McGaw and Smith, 1981) ซึ่งเป็นวิธีแรกที่ได้รับการเผยแพร่ และเป็นวิธีที่นักวิจัยได้นำไปใช้ในการวิเคราะห์อภิมานอย่างกว้างขวาง Glass ใช้วิธีการสังเคราะห์งานวิจัยเชิงทดลองรวมกับงานวิจัยเชิงสหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรการประมาณค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยที่มีรูปแบบแตกต่างกัน และสูตรการเปลี่ยนค่าขนาดอิทธิพลเป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เมื่อได้ค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยแล้วให้ใช้การวิเคราะห์การถดถอย และการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรกำกับในการอธิบายความแปรปรวนของขนาดอิทธิพล

วิธีที่ 2 คือ วิธีของ Hunter (Hunter, Schmidt and Jackson, 1982) ซึ่งใช้การปรับแก้ลดความแปรปรวนจากความคลาดเคลื่อน (artifacts) ในขนาดอิทธิพล ความคลาดเคลื่อนที่สำคัญที่ต้องปรับลด คือ ความคลาดเคลื่อนในการวัด (measurement error) ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากขีดจำกัดของพิสัย (error due to range restriction) และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเลือกหรือสุ่มตัวอย่าง (sampling error) เมื่อได้ค่าขนาดอิทธิพลที่ปรับแก้แล้วจึงวิเคราะห์ความแปรปรวนมีระบบที่เหลือว่าเกิดจากตัวแปรคุณลักษณะงานวิจัยหรือตัวแปรกำกับตัวใด โดยแบ่งงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์เป็นกลุ่มย่อยๆ ตามตัวแปรกำกับ แล้วสังเคราะห์สรุปผลแต่ละกลุ่ม

วิธีที่ 3 คือ วิธีของ Rosenthal (Rosenthal, 1984; Rosenthal and Rosnow, 1991) ซึ่งใช้การปรับแก้ขนาดอิทธิพลก่อน จากนั้นจึงนำค่าขนาดอิทธิพลที่ปรับแก้แล้วมาสังเคราะห์โดยการเปรียบเทียบ (comparison) และการหาผลรวม (combination) รวมทั้งการตรวจสอบความคงที่ (stability) ของผลการสังเคราะห์ วิธีที่สี่ คือ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

วิธีของ Hedges and Olkin (Hedges and Olkin, 1985) ซึ่งมีหลักการวิเคราะห์คล้ายกับวิธีของ Glass แต่ Hedges ได้พัฒนาการทดสอบทางสถิติ Q (Q-test) ซึ่งมีการแจกแจงแบบไค-สแควร์ที่ช่วยให้การวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลที่ปรับแก้แล้ว ทั้งโมเดลแบบกำหนดและแบบสุ่ม (fixed and random model) มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น วิธีที่ห้า คือ วิธีของ Slavin (Slavin, 1986, pp.5-11) ซึ่งเพิ่มเกณฑ์ในการคัดเลือกงานวิจัยมาสังเคราะห์โดยคัดเฉพาะงานวิจัยที่มีคุณภาพตามเกณฑ์มาสังเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการสังเคราะห์ที่ถูกต้อง เรียกว่า Best Evidence Synthesis

วิธีที่ 4 คือ วิธีของ Mullen (Mullen, 1989) เป็นวิธีการวิเคราะห์อภิมานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปชื่อ BASIC Meta-Analysis

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการวิเคราะห์อภิมานทั้ง 4 วิธี Kulik and Kulik (Kulik and Kulik, 1989) สรุปว่าทุกวิธีได้ผลใกล้เคียงกัน การปรับแก้ค่าขนาดอิทธิพลให้ได้ค่าประมาณที่ไม่คลาดเคลื่อนตามวิธีของ Hedges นั้นได้ผลไม่ต่างกับค่าที่ไม่ได้ปรับแก้ ค่าขนาดอิทธิพลก่อนและหลังการปรับแก้มีความสัมพันธ์กันสูงถึง 0.999 สำหรับการคำนวณค่าขนาดอิทธิพลนั้น เมื่อกลุ่มควบคุมมีขนาดใหญ่ การใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกลุ่มควบคุมจะเหมาะสม กรณีที่กลุ่มควบคุมมีขนาดเล็ก หรือกรณีรายงานวิจัยมิได้เสนอเบี่ยงเบนมาตรฐานแยกรายกลุ่ม ควรจะคำนวณค่าขนาดอิทธิพลโดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม Glass, McGaw and Smith (1981) เสนอว่า ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบในภาพรวม วิธีการของ Glass และ วิธีการของ Hunter เป็นวิธีการที่เหมาะสมในทางปฏิบัติ และไม่ต่างจากวิธีของ Hedges ซึ่งเป็นวิธีที่ถูกต้องตามหลักสถิต แต่การแปลความหมายค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ

ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าขนาดอิทธิพลของงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สูตรการคำนวนแบ่งตามแบบแผนการวิจัยดังนี้

งานวิจัยที่เป็นแบบ Control Group Pretest-Posttest Design ผู้วิจัยใช้สูตรการคำนวนของ กลาส (Glass, McGaw and Smith, 1981) ดังนี้

$$d = \frac{(\bar{X}_E - \bar{X}_C)}{S_C}$$

โดยที่ d แทน ค่าขนาดอิทธิพล

$\bar{X}_E$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_C$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

S_C แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มควบคุม

ส่วนงานวิจัยที่เป็นแบบ One Group Pretest–Posttest Design และ Two Group Pretest–Posttest Design ผู้วิจัยใช้สูตรการคำนวณของ เบกเกอร์ (Becker, 1984, pp.583–587) ดังนี้

$$d = \left(\frac{M_{post} - M_{pre}}{SD_{pre}} \right)$$

โดยที่ d แทน ขนาดอิทธิพล

M_{post} แทน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

M_{pre} แทน คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

SD_{pre} แทน ส่วนเบี่ยนเบนมาตรฐานก่อนเรียน

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 ก, หน้า 1–8) เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่หวังไว้จึงได้กำหนด สาระมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคุณภาพผู้เรียน ไว้ดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการและความหมายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของ

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

โครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากลายรอบตัวความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลายการเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของ แสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีเอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

ประมวลรายวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คุณภาพผู้เรียน

1. จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพดังนี้

1.1 เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อม

1.2 เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน

1.3 เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว

1.4 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ

1.5 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ

1.6 แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวแสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

1.7 ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

2. จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพดังนี้

2.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย

2.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เบื้องต้นของแรงลอยตัวสมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

2.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

2.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติมทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

2.7 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

2.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.9 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3. จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพดังนี้

3.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

3.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

3.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

3.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

3.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

3.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

3.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

3.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

3.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

3.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4. จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.1 เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

4.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

4.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

มนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยวเข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.6 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

4.7 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

4.8 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.9 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

4.10 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.11 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

4.12 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

4.13 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4.14 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

4.15 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอยและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

4.16 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงานชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

4.17 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

4.18 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

4.19 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2. การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอน

2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

มีผู้ได้ให้ความหมายของรูปแบบการการสอนไว้หลายท่านดังนี้

เจนจิรา ดวงสิน (2552, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการสอน หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดเป็นระบบ โดยจัดขึ้นอย่างมีจุดหมายเฉพาะในการสอนที่ชัดเจนประกอบด้วยทฤษฎี หลักการที่รูปแบบนั้นยึดถือ ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนการสอนได้

ชนาธิป พรกุล (2552, หน้า36) รูปแบบการจัดการเรียนการสอน หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดเป็นระบบ สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ มีการพิสูจน์หรือทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะ

ทิศนา แขมณี (2552, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการสอน หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่จัดขึ้นอย่างเป็นระบบระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อต่างๆ โดยมีการจัดกระบวนการ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

หรือขั้นตอนในการเรียนการสอนโดยอาศัยวิธีสอน และเทคนิคการสอนต่างๆ เข้าไปช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ และทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนได้

จากความหมายต่างๆ ข้างต้นสามารถสรุปความหมายของรูปแบบการสอนได้ดังนี้ รูปแบบการจัดการเรียนการสอน หมายถึง แบบแผนการดำเนินการสอนที่จัดเป็นระบบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด โดยจัดขึ้นอย่างมีจุดหมายเฉพาะ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการเรียนการสอนโดยอาศัยวิธีสอน และเทคนิคการสอนต่างๆ เข้าไปช่วยทำให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละหัวข้อมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ธรรมชาติของแต่ละเนื้อหาว่ามีความยากง่าย เป็นรูปธรรมมองเห็นชัดเจน หรือเป็นนามธรรมยากต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งในแต่ละหัวข้อหรือแต่ละกิจกรรมจึงต้องมีรูปแบบที่ หลากหลาย มีกรอบที่เน้นแนวคิดทฤษฎีแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจทั้งเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ แนวทาง วิธีสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และเทคนิคการจัดการเรียนการสอน รวมไปถึงการวัดและประเมินผล ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้สอนเพื่อให้สามารถ ออกแบบและสอนวิทยาศาสตร์ได้อยางมีประสิทธิภาพ ซึ่งการนำเอารูปแบบเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะช่วยใช้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์และยังช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น ทั้งนี้การนำเอารูปแบบเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนมาใช้ยังช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้การสอนในบริบทที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ของตนเองในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นได้มีการนำเอารูปแบบเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนเข้ามาใช้อย่างมากมายซึ่ง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, หน้า 7–20) ได้สรุปการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

2.1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้

ปณิธานมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

มีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2552 ก, หน้า 219) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนรู้ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่างๆ แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎี การสร้างเสริมความรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องตรวจสืบค้นสืบเสาะหาสำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดความรู้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บไว้ในสมองอย่างยาวนานการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กรมวิชาการ (2551, หน้า 219–220) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไปทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

วิไลวรรณ พงษ์ชุบ (2553, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า หาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติ โดยครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา หรือจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหาจนเกิดการค้นพบด้วยตนเอง โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ณัฐพล หงส์คง (2556, หน้า 59) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าและหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองโดยครูจะเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เองและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ศุพัชรียา เสนารัตน์ (2556, หน้า 33) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึงการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายวิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของการเรียน

ปัณณ์ศิวาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

จากความหมายต่างๆ ข้างต้นสามารถสรุปความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ค้นคว้าและหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ ซึ่งครูอาจใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา หรือจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกคิดแก้ปัญหาจนเกิดการค้นพบด้วยตนเอง

ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้

2.1.1 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es–Learning Cycle)

การจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es–Inquiry Cycle) หรือการสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนคล้ายกับวิธีสอนแบบแก้ปัญหาโดยผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ ทำให้เกิดปัญหา ทำให้ผู้เรียนคิดแสวงหาคำตอบด้วยตัวเองโดยการตั้งคำถาม ตั้งปัญหา กำหนดสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผลและสรุป เป็นวิธีการสอนที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิด หาวิธีการแก้ปัญหา และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และทำให้เกิดวงจรการเรียนรู้ (กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช, ธาริดา สริยาภรณ์, สุริยา บังใบ, และ สุคนธ์ สินธพานนท์, 2552, หน้า 36–37)

ลักษณะการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es–Inquiry Cycle)

1. ผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ สิ่งแวดล้อมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง

2. ผู้สอนตั้งคำถามให้ผู้เรียนเป็นผู้ตอบเป็นส่วนใหญ่ในตอนเริ่มต้น แล้วผู้สอนจะลดบทบาทลงให้ผู้เรียนเพิ่มขึ้นจนสามารถกำหนดปัญหา และวิธีการแก้ปัญหาได้

3. ผู้สอนจะต้องยอมรับฟังคำถาม ความคิดเห็นของผู้เรียน

4. ถ้าปัญหาใดยากเกินไป ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ผู้สอนอาจร่วมอภิปรายให้ข้อมูลสารสนเทศแก่ผู้เรียน และร่วนกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

การจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5 ขั้น (5Es–Inquiry Cycle) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่างๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่งเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

2.1.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es–Learning Cycle)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es– Inquiry Cycle) Eisenkraff (2003, pp.56–59) ได้เสนอรูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับปรุงประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

การสร้างประสบการณ์ของตนเอง

การสอนตามการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิด Eisenkraff มีเนื้อหาสาระดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูต้องทำหน้าที่การตั้งคำถาม เพื่อกระตุ้นให้เด็กได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและเด็กสามารถเชื่อมโยง การเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีทำให้ครูได้ทราบว่า เด็กแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเตอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรม ภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหา และดำเนินการสำรวจตรวจสอบและ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

รวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอภิปราย (Explanation Phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปวาด ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในชั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุน สมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนได้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อกำจัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจักกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปราย

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวล และปรับปรุงประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extention Phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

รูปแบบการจัดการสอนตามแนวคิดของ Eisenkraft เป็นรูปแบบที่ครูสามารถนำไปประยุกต์ให้เหมาะสมตามธรรมชาติวิชาโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ซึ่งเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้อันที่จะทำให้นักเรียนเข้าถึงความรู้ความจริงได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 7 ขั้น ควรระลึกอยู่เสมอว่าครูเป็นเพียงผู้ทำหน้าที่

คอยช่วยเหลือ เอื้อเฟื้อและแบ่งปันประสบการณ์ จัดสถานการณ์เร้าให้นักเรียนได้คิดตั้งคำถามและลงมือตรวจสอบ นอกจากนี้ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถบนพื้นฐานของความสนใจ ความถนัดและความแตกต่างระหว่างบุคคลอันที่จะทำให้การจัด การเรียนรู้บรรลุสู่จุดหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.2 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบโครงงาน (Project Method)

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงาน (Project Method)

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2550, หน้า 213) ได้กล่าวว่า จัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงาน หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างองค์ความรู้หรือแก้ปัญหาโดยการศึกษาค้นคว้าทดลองตามขั้นตอนและส่วนประกอบของโครงงาน

สุวิทย์ และ อรทัย มูลคำ (2552 ก, หน้า 84) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงาน (Project Method) ไว้ว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตน ซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการอื่นๆ ที่เป็นระบบ ไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้นๆ ภายใต้คำแนะนำ ปรึกษาและความช่วยเหลือจากผู้สอนหรือผู้ที่เชี่ยวชาญเริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะศึกษา การวางแผน การดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนดตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งในการจัดทำโครงงานนั้นสามารถทำได้ทุกระดับชั้น อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม จะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

จิราพร พูนสวัสดิ์ (2556, หน้า 17) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงานหมายถึง การจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงาน เป็นวิธีการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง เป็นการเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนในแต่ละบุคคลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด การวางแผน การปฏิบัติจริง การแก้ปัญหา และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา การเรียนรู้นี้อาจจัดขึ้นในเวลาเรียนหรือนอกเวลา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เรียนก็ได้

วิรัญญา ทุมวัน (2556, หน้า 26) การจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงานหมายถึงการออกแบบรายละเอียดขั้นตอนการเรียนรู้ให้นักเรียน ศึกษา ค้นคว้า สร้างองค์ความรู้ หรือหาคาตอบของข้อสงสัยตามประเด็นเนื้อหาในบทเรียน ด้วยตนเอง เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษา ค้นคว้า ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองภายใต้การให้คาปรึกษาและการดูแลของครูหรือผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้นๆ เพื่อให้การศึกษานั้นบรรลุผลตามวัตถุประสงค์

นูรีฎา ดาเลาะ (2557, หน้า 22) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงานว่าเป็นการจัดสภาพการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนสนใจในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในเชิงลึก ทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตามความถนัดและความสามารถ ด้วยกระบวนการคิด การแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นๆ ในการหาคำตอบอย่างเป็นระบบและมีขั้นตอนชัดเจน เริ่มตั้งแต่การเลือกหัวข้อตลอดจนการนำเสนอผลงาน ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง ครูเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษาเท่านั้น

จากที่มีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงานจึงสรุปได้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงานหมายถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตน ซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิด การวางแผน การปฏิบัติจริง การแก้ปัญหา และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษา

2.2.1 ประเภทของโครงงาน

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2552, หน้า 85–86) ได้แบ่งโครงงานออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานประเภทสำรวจ โครงงานประเภทนี้เป็นการศึกษา สำรวจและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ผู้เรียนต้องการศึกษา หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำให้เป็นระบบระเบียบเป็นหมวดหมู่สื่อความหมาย แล้วนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภูมิ และคำอธิบายประกอบเพื่อให้เห็นลักษณะหรือ

ความสัมพันธ์ในเรื่องที่ศึกษาชัดเจนยิ่งขึ้น ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้เช่น การสำรวจพืชสมุนไพรในชุมชน ปัญหาขยะของตลาดสดเทศบาล การตรวจสอบคุณภาพน้ำจากหนองปลาดุก วัฏจักรชีวิตของคางคก ระบบนิเวศในสวนยางพารา เป็นต้น

2. โครงงานประเภททดลอง โครงงานประเภทนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาคำตอบของปัญหา โดยมีการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาตัวแปรที่ส่งผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษา โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาไว้ โดยทั่วไปขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงานประเภทนี้จะประกอบด้วยการกำหนดปัญหา ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปรผลและสรุปผลการทดลอง ซึ่งขั้นตอนที่ปฏิบัติจะเป็นกระบวนการวิทยาศาสตร์อย่างสมบูรณ์ ตัวอย่างโครงการประเภทนี้ เช่น การทำยากันยุงจากตะไคร้หอม การผลิตยาสระผมจากพืชสมุนไพรในท้องถิ่น การศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศ เป็นต้น

3. โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ โครงงานประเภทนี้เป็นการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือด้านอื่นๆ มาสร้างหรือประดิษฐ์เป็นของเล่น เครื่องมือ เครื่องใช้หรืออุปกรณ์สำหรับใช้สอยต่างๆ ซึ่งอาจเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้ว หรือประดิษฐ์สื่อใหม่ หรืออาจเป็นการเสนอแบบจำลองทางความคิดเพื่อแก้ปัญหาก็ได้ ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ เช่น การประดิษฐ์ของเล่นพื้นบ้านจากวัสดุในท้องถิ่น การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ การประดิษฐ์กังหันลมเพื่อวิดน้ำเข้าแปลงผัด เป็นต้น

4. โครงงานประเภทสร้างทฤษฎี โครงงานประเภทนี้เป็นการนำเสนอทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดใหม่ๆ ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของผู้อื่นที่มีอยู่แล้ว โดยมีหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีอื่นๆ ตลอดจนข้อมูลต่างๆ สนับสนุน ซึ่งอาจจะเป็นลักษณะทฤษฎี หลักการ แนวคิดใหม่ หรืออาจขัดแย้งกับทฤษฎีเดิม หรือเป็นการขยายทฤษฎี หลักการหรือแนวคิดเดิมก็ได้ จุดสำคัญอยู่ที่ผู้ทำโครงงานประเภทนี้จะต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น ๆ อย่างดี โดยทั่วไปโครงงานประเภทนี้มักจะเป็นโครงงานทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ อาจจะนำเสนอในรูปของสูตร สมการหรือคำอธิบายก็ได้ ตัวอย่างโครงงานประเภทนี้ เช่น การเกษตรทฤษฎีใหม่ การผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ การผลิตแท่งเชื้อเพลิงสีเขียว

ปัณณพัฒน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2.2.2 ขั้นตอนในการจัดทำโครงงาน

ลัลดา ภู่เกียติ (2552, หน้า 28–42) ได้นำเสนอขั้นตอนในการทำโครงงานมี 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน

การเลือกหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงานต้องเป็นเรื่องที่ผู้ทำโครงงานสนใจ เป็นเรื่องที่นักเรียนอยากศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ โดยมุ่งไปที่กระบวนการในการแสวงหาความรู้ จากการหาวิธีการในการแก้ปัญหา ผู้สอนควรพิจารณาข้อมูลต่างๆ ประกอบให้ครอบคลุม ข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพียงพอในการทำโครงงานนั้นได้หรือไม่โครงงานทำอย่างไรและยุ่งยากหรือเกินความสามารถของนักเรียนหรือไม่ โดยผู้สอนจะต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ

2. การวางแผนในการทำโครงงาน

การวางแผนการทำโครงงาน เป็นขั้นตอนในการเขียนแผนงานที่คิดไว้ล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไร ช่วงเวลาใด โดยเขียนเป็นโครงร่างหรือเค้าโครงเสนอผู้สอน เป็นการกำหนดแผนการอย่างคร่าวๆ เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นลำดับขั้นไม่สับสน โดยทั่วไปการเขียนแผนโครงงานประกอบด้วยหัวข้อต่างๆ ดังนี้

2.1 ชื่อโครงงาน (ปัญหาที่สนใจ ควรเขียนเป็นข้อความที่สั้นกระชับ ชัดเจน สื่อความให้ตรงกับงานที่จะทำ)

2.2 ชื่อผู้ทำโครงงาน

2.3 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

2.4 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน (อธิบายความเป็นมาเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจว่ามีความเป็นมาอย่างไร มีเหตุจูงใจอะไรที่ทำให้สนใจ มีหลักการหรือทฤษฎีใดบ้างที่เกี่ยวข้อง เป็นเรื่องที่คิดขึ้นเองมาใหม่หรือต่อยอดจากโครงงานเดิม เป็นต้น

2.5 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.6 ขอบเขตของโครงงานที่จะทำการศึกษา

2.7 สมมติฐานของการศึกษา

2.8 วิธีดำเนินงาน

2.9 ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

2.10 เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

3. การลงมือทำโครงงาน

การลงมือทำโครงงานเป็นการดำเนินการตามแผนงานที่วางไว้โดยปฏิบัติตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโครงร่างหรือเค้าโครงที่ผ่านการเห็นชอบจากผู้สอน ทั้งนี้การปฏิบัติงานขึ้นอยู่กับประเภทของโครงงาน โดยโครงงานประเภททดลอง นักเรียนควรตรวจสอบผลการทดลอง โดยการทดลองซ้ำเพื่อให้ได้ผลที่แน่นอน นักเรียนจะต้องปฏิบัติงานอย่างละเอียด ชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอนตามที่ได้วางแผนไว้

4. การบันทึกผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานเมื่อทำการทดลอง และได้ผลของข้อมูลจากการวิเคราะห์ ผู้เรียนจะต้องทำการแปลผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง พร้อมกับอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า การบันทึกข้อมูลจะต้องสอดคล้องกับโครงงานที่จัดทำ เช่น การทำเป็นตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปภาพกราฟ เป็นต้น

5. การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานโครงงาน เป็นการนำเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของรายงานเป็นเอกสารเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษา ผลที่ได้จากการศึกษาโดยการเขียนรายงานต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่างๆ ลักษณะในการเขียนรายงานมีหัวข้อดังนี้

5.1 ชื่อโครงงาน

5.2 ชื่อผู้ทำโครงงาน

5.3 ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

5.4 บทคัดย่อ

5.5 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

5.6 วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้า

5.7 สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

5.8 วิธีการดำเนินการ (บอกตั้งแต่การใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง สารเคมีที่จะใช้ปริมาณเท่าใด ตามลำดับขั้นตอนอย่างละเอียดทุกขั้นตอน)

5.9 ผลของการศึกษาค้นคว้า (เสนอผลการวิจัยรูปแบบต่างๆ เช่น กราฟ ตารางแผนภูมิ เป็นต้น)

5.10 สรุปผลของการศึกษาค้นคว้า (ผลที่ได้เป็นอย่างไร ถ้าเป็นโครงงานประเภททดลองผลที่ได้สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้อย่างไร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5.11 ข้อเสนอแนะ (ข้อแนะนำที่ควรปรับปรุงต่อไปเมื่อทำเรื่องทำนองดังกล่าวไปค้นคว้าเพิ่มเติม)

5.12 เอกสารอ้างอิง (บอกชื่อหนังสือ เอกสาร และแหล่งที่มาต่างๆ ของข้อมูลที่นำมาใช้ในการทำโครงงาน)

5.13 กิตติกรรมประกาศ (เขียนคำขอบคุณสำหรับผู้ที่มีส่วนร่วมในการทำโครงงานทั้งบุคคลและหน่วยงาน)

6. การนำเสนอโครงงาน

การนำเสนอโครงงาน เป็นการนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองมาให้ผู้อื่นได้รับรู้รับทราบ โดยนักเรียนจะต้องคิดรูปแบบการนำเสนอเอง โดยการเขียนเป็นรายงานเอกสารหรือรายงานปากเปล่า หรือจัดนิทรรศการ ซึ่งจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับโครงงาน หรือนำเสนอด้วยโปรแกรม Power Point หรือนำเสนอในรูปของแผงโครงงาน โดยมีหัวข้อในการนำเสนอและเขียนบรรยายในแผงโครงงาน ดังนี้

6.1 ชื่อผู้จัดทำ

6.2 ชื่อที่ปรึกษา

6.3 ที่มาของโครงงาน

6.4 ชื่อโครงงาน

6.5 ปัญหาที่ต้องการศึกษา

6.6 สมมติฐาน (ถ้ามี)

6.7 วิธีดำเนินการ (เป็นรูปภาพประกอบจะดีมาก)

6.8 ผลการทดลอง

6.9 สรุปผล

6.10 ข้อเสนอแนะ

7. การประเมินผลโครงงาน

การประเมินโครงงาน ควรทำการประเมินให้ครบ 3 ขั้น ได้แก่ ขั้นการประเมินผลการเตรียมดำเนินงาน ขั้นการประเมินผลการดำเนินงาน และขั้นการประเมินผลโครงงาน โดยการประเมินมุ่งเน้นผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนมากกว่า โดยจะต้องวัดให้ครอบคลุมเกี่ยวกับตัวผู้เรียนทุกๆ ด้านทั้งกระบวนการทำงาน ผลงานและความรู้ความรู้สึกและทักษะที่แสดงออกในทุกๆ ด้านของการทำโครงงาน โดยยึดหลักของการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) หรือสิ่งที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจริงๆ ซึ่ง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

สามารถประเมินได้ทั้งก่อนนักเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน และประเมินโดยภาพรวม ในการประเมินผู้สอนจะต้องประเมินนักเรียนเป็นระบบของการประเมินที่ชัดเจน

2.2.3 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

สาโรช โศภีรักษ์ (2546, หน้า 101) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

1. นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะในกระบวนการทำงานจริงๆ เริ่มตั้งแต่ร่วมคิดแผน การหาข้อมูล อุปกรณ์ต่างๆ การแบ่งเวลางาน การประสานงาน จนกระทั่งการประเมินผล

2. เป็นการฝึกให้นักเรียนช่วยตนเอง แก้ปัญหาด้วยตนเองมากกว่าจะพึ่งคนอื่น

3. ฝึกให้นักเรียนร่วมมือประสานงานกัน ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์เป็นการฝึกประชาธิปไตย และการอยู่ร่วมกันในสังคมไปด้วย

4. เป็นการฝึกทักษะต่างๆ จากการปฏิบัติงานจริง เช่น ทักษะการใช้เครื่องมือการหาข้อมูล การทำงานร่วมกัน และการตัดสินใจ ฯลฯ

5. ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน และผลของการเรียนที่สามารถใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน จะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มาก ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเรียนรู้จากสิ่งรอบตัว และวางแผนระยะเวลาของการทำโครงงาน พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและดูแลนักเรียนให้ทั่วถึง

2.3 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) มีผู้ได้ให้ความหมายไว้หลายแนวคิดดังนี้

วิไลวรรณ พงษ์ชุบ (2553, หน้า 19) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อนักเรียนตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไปในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่างๆ ที่หลากหลายเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มาครูจะเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2554, หน้า 62) ให้นิยามว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยผู้สอนต้องเตรียมปัญหาสร้างความเชื่อมโยงสู่ปัญหาที่น่าสนใจเรียน โดยการใช้การอภิปรายที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิม หรือใช้คำถามที่กระตุ้นประสบการณ์เดิมผู้เรียน สร้างกรอบของการศึกษาโดยการระดมสมอง การเขียนตารางแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหา วิธีการศึกษาค้นคว้า แล้วให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าโดยกลุ่มย่อย ตัดสินใจหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า แล้วนำมาสร้างผลงานหรือชิ้นงานของกลุ่ม หลังจากนั้นจึงประเมินผลการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2555, หน้า 137) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือ ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยครูอาจนำนักเรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือครูอาจจัดสภาพการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้เห็นทางเลือก และวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหารวมทั้งช่วยให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ปิยะณัฐ สิงห์ลา (2556, หน้า 30) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเป็นการสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่สนใจเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และมีความสำคัญต่อนักเรียน โดยตัวปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นต่อไป ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลและการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งวิทยาการต่างๆ ที่หลากหลายเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนานักเรียนในด้านทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่นักเรียนจะได้มา ครูจะเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

มลิวัลย์ สกุลโพน (2556, หน้า 24) ได้ให้ความหมายของการจัดการ

ปัตตานี ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เรียนการสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานว่าเป็นลักษณะของการสอนโดยใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่นักเรียน อาจพบมาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ด้วยเหตุผล โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ตัดสินใจในสิ่งที่ต้องการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและรู้จัก การทางานร่วมกันภายในกลุ่มผู้เรียนด้วยกันโดยผู้สอนมีส่วนร่วมน้อยที่สุด

จากที่มีผู้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานสามารถสรุปได้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนตามสภาพจริงโดยใช้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตประจำวันของนักเรียนเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้และเป็นตัวกระตุ้นในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผล และการสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งต่างๆ เพื่อตัดสินใจหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า แล้วนำมาสร้างผลงานหรือชิ้นงาน หลังจากนั้นจึงประเมินผลการเรียนรู้

2.3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน

สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ (2550, หน้า 8) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหาเป็นขั้นที่ระบุสิ่งที่เป็นปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการศึกษา ค้นคว้าทำความเข้าใจอภิปรายปัญหาภายในกลุ่ม ระดมสมองคิดวิเคราะห์ เพื่อหาวิธีการหาคำตอบครูคอยช่วยเหลือกระตุ้น ให้เกิดการอภิปรายภายในกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจวิเคราะห์ปัญหาแหล่งข้อมูล

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำข้อค้นพบความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุป

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลยราชนครินทร์

ผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองคอยตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันแก้ปัญหาในภาพรวมอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ครูประเมินผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 14) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น ฝึกการสังเกต บันทึกข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และทำการทดลอง

สรไกร วรครบุรี (2549, หน้า 23) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการฝึกฝน ปฏิบัติหรือ เลือกใช้วิธีการหรือกิจกรรมต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้คล่องแคล่ว มีขั้นตอนเป็นระบบเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถค้นหาคำตอบ การแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

แคทลียา จันปุ่ม (2555, หน้า 53) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง วิธีการ ขั้นตอนในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความชำนาญ ความคล่องแคล่ว บนพื้นฐานของการมีจิตวิทยาศาสตร์ ในการปฏิบัติควบคู่กับกระบวนการการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

วัชรินทร์ กงภูธร (2555, หน้า 81) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการทางสติปัญญาซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้คำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ทุกโอกาส

มะลิวัลย์ พรหมโคตร (2556, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง ความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและฝึกฝนการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียนเอง

จากความหมายต่างๆ ข้างต้นสามารถสรุปความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนอย่างเป็นระบบโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันได้แก่ ทักษะการสังเกต การวัด การจำแนกประเภท ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา การใช้คำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็น การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในการแสวงหาความรู้เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ สามารถค้นหาคำตอบ การแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ใหม่ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าสหรัฐอเมริกา (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้จัดประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 2 ประเภท 13 ทักษะดังนี้ (วัชรินทร์ กงภูธร, 2555, หน้า 81)

1 ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Process Skill) แบ่งออกเป็น 8 ทักษะ ดังนี้

1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)

1.2 ทักษะการจัดประเภท (Classifying)

1.3 ทักษะการวัด (Measuring)

1.4 ทักษะการใช้เลขจำนวน (Using Number)

1.5 ทักษะการสื่อความหมาย (Communicating)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

1.6 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space–time)

1.7 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)

1.8 ทักษะการลงข้อมูลวินิจฉัย (Inferring)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) แบ่งออกเป็น 5 ทักษะ ดังนี้

2.1 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

2.2 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis)

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Data)

2.4 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

2.5 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting Data)

3. รายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, หน้า 3 อ้างถึงใน วัชรินทร์ กงภูธร, 2555, หน้า 82–85) ได้อธิบายถึงรายละเอียดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะ ได้ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observation)

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวกาย เข้าไปสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งออกได้เป็นประเภทข้อมูลเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว คือ

1.1 บ่งชี้และบรรยายคุณสมบัติของสิ่งที่เกี่ยวกับรูปร่าง รส กลิ่น เสียง

1.2 บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณโดยการประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

ปัญญาลายลักษณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

2. ทักษะการวัด (Measurement)

การวัด หมายถึง การใช้และเลือกเครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นนอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่นๆได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. ทักษะการคำนวณ (Using Number)

การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนับตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 การนับ ได้แก่ นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง ใช้ตัวเลขจำนวนที่นับได้ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน และตัดสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

3.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่ บอกวิธีหาค่าเฉลี่ย หาค่าเฉลี่ย และแสดงวิธีหาค่าเฉลี่ยได้

4. ทักษะการจำแนกประเภท (Classification)

การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งของที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยที่เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความต่าง และความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งของต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

4.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

4.3 เกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (Space/Space Relationship and Space – time Relationship)

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่จะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้นโดยทั่วไปแล้วสเปสของของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความสูง และความยาว

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปลกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลาความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.2 วาดรูป 2 มิติจากวัตถุ หรือรูป 3 มิติที่กำหนดให้ได้

5.3 บอกชื่อของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ของรูป 2 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการการหมุนรูป 2 มิติ เมื่อเห็นเงาของวัตถุ (2 มิติ) สามารถบอกรูปทรงของวัตถุเป็นต้นกำเนิดเงา

5.5 บอกรูปกรวยรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

5.6 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุได้

5.7 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศใดของอีกวัตถุหนึ่ง

5.8 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

5.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

5.10 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งของต่างๆ กับเวลาได้

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing Data and Communication)

การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนี้ดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียน บรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้การเสนอข้อมูลให้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการนำเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring)

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่บ่งบอกว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้และประสบการณ์มาช่วย

8. ทักษะการพยากรณ์ (Prediction)

การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำๆ หลักการ กฎ ทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ข้อมูลที่เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ความสามารถที่บ่งบอกเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การทำนายทั่วไป เช่น ทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการกฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดภายในขอบเขตของมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดภายนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses)

การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนมีการทดลองหรือหาคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาจากการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่เป็นพื้นฐานอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบผลภายหลังการตั้งสมมติฐานคือ การบอกชื่อตัวแปรต้นซึ่งมีผลต่อตัวแปรตาม และในการตั้งสมมติฐานต้องทราบตัวแปรจากปัญหาและสภาพแวดล้อมจากตัวแปรนั้นสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ทำให้ทราบถึงการออกแบบการทดลอง ซึ่งจะทราบว่าตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับทดลอง และบอกวิธีวัด ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)

การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานหนึ่งๆ สำหรับตัวแปรนั้น หมายถึง สิ่งที่แปรเปลี่ยนค่าได้ เช่น อายุ ความสูง ประเภทของรถ เป็นต้น

ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นสาเหตุให้เกิดสิ่งอื่นๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งเป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเป็นสิ่งที่เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะแปรตามไปด้วย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ตัวแปรควบคุมให้คงที่ หมายถึง สิ่งอื่นๆ ที่นอกเหนือตัวแปรต้นที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าว่าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน

12. การทดลอง (Experimenting)

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้น

12.1 การออกแบบทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนการทำทดลองจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองใช้อุปกรณ์ถูกต้องเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้อย่างเหมาะสม

13. การตีความความหมายข้อมูลและลงข้อมูลสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion)

การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปรความหรือการบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ในบางครั้งอาจใช้ทักษะอื่นๆ ด้วย เช่นการสังเกต การใช้ตัวเลข เป็น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงให้เห็นว่าเกิดทักษะนี้ คือ บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลได้

เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

1. ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 103) ได้ให้ความหมายของ เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะ หรือลักษณะของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ โดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่น อดทนรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผลการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ ความรู้สึกนึกคิด โดยพฤติกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ด้านจิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์จะเน้นที่ เจตคติ 2 กลุ่ม คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยที่เจตคติมีธรรมชาติเป็น “อารมณ์” และโน้มเอียงไปเชิง “ศิลปะ” ได้ขณะที่เจตคติทางด้านวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติโน้มเอียงไปในทางเหตุผลและ “ศาสตร์” มากกว่า

ลัดดาวรรณ อิ่มอ้วน (2550, หน้า 32) ได้ให้ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย และยังเป็นกระบวนการหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อให้เกิดความรู้ขึ้นมา สามารถวัดได้โดยใช้แบบวัด

วิลาวัณย์ แวงดีสอน (2550, หน้า 85) ได้ให้ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการแสดงออกของนักวิทยาศาสตร์ในกระบวนการเรียนรู้หรือขณะปฏิบัติกิจกรรม

มะลิวัลย์ พรหมโคตร (2556, หน้า 43) ได้ให้ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางด้านจิตใจ ได้แก่ การเป็นคนมีเหตุผล มีความความอยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยาม มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ มีใจกว้างและยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆความรู้สึกที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า อาจจะเป็นในลักษณะเชิงนิมานคือ เห็นด้วย ชอบ พอใจ หรืออาจจะเป็นในลักษณะเชิงนิเสธ คือ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ ไม่พอใจ ซึ่งจะมีผลทำให้พฤติกรรมของแต่ละคนแตกต่างกัน ซึ่งสามารถสร้างให้เกิดได้เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพและนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

เอกชัย บัวรอด (2556, หน้า 54) ได้ให้ความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของนักเรียนในด้านความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความรอบคอบในการลงข้อสรุปหรือตัดสินใจ ความมีใจกว้าง ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความเป็นปรนัย ความซื้อสัตย์ และการยอมรับข้อจำกัด

จากความหมายต่างๆ ข้างต้นสามารถสรุปความหมายของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้ซึ่งแสดงออกในขณะปฏิบัติกิจกรรม เช่น การเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ มีความเพียรพยาม มีความละเอียดรอบคอบ หรืออาจจะเป็นในลักษณะเชิงนิมานคือ เห็นด้วย ชอบ พอใจ หรืออาจจะเป็นในลักษณะเชิงนิเสธ คือ ไม่เห็นด้วย ไม่ชอบ ไม่พอใจ ซึ่งจะมีผลทำให้พฤติกรรมของแต่ละคนแตกต่างกันออกไป

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์

ลักษณะของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สามารถมองเห็นได้ในหลายแง่มุม โดยมีผู้กล่าวถึงลักษณะของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่าน ดังนี้

ไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2529, หน้า 10–15) ได้อธิบายคุณลักษณะเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกได้ทั้งหมด 8 ด้าน ได้แก่

1. ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง บุคคลที่มีคุณลักษณะชอบซักถามชอบหาความรู้ ชอบริเริ่มและชอบสืบเสาะหาความรู้

2. ความมีเหตุผล (Rationality) หมายถึง บุคคลที่ชอบพิจารณาหาสาเหตุของปรากฏการณ์ต่างๆ ในธรรมชาติ ไม่เชื่อโชคลาง ใช้เหตุผลรอบคอบในการพิสูจน์สิ่งต่างๆ และการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

3. มีความรอบคอบในการตัดสินใจหรือความรอบคอบ (Suspended Judgment) หมายถึง บุคคลที่มีการรวบรวมหลักฐานที่เชื่อถือได้เพียงพอก่อนตัดสินใจหรือสรุปสิ่งต่างๆ

4. ความใจกว้าง (Open–Mindedness) หมายถึง บุคคลที่เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเห็นของตนและยอมรับความจริงที่เปลี่ยนแปลง เมื่อมีหลักฐานสนับสนุนที่ดีกว่า

5. มีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Critical–Mindedness) หมายถึง บุคคลที่พยายามค้นหาหลักฐานหรือข้ออ้างอิงต่างๆ ก่อนที่จะยอมรับความคิดเห็นใดๆ รู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานมาสนับสนุนความคิดเห็นของตนเอง

6. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง บุคคลที่มีความเที่ยงตรงในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและแปลข้อมูล

7. ความซื่อสัตย์ (Honesty) หมายถึง บุคคลที่มีการรายงานผลการทดลองหรือผลจากการสังเกตอย่างมีสติด้วยความซื่อสัตย์

8. การยอมรับข้อจำกัด (Humility) หมายถึง การยอมรับข้อจำกัดต่างๆ ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่

8.1 ข้อจำกัดในเรื่องวิธีการศึกษาอุปนัย ซึ่งอาศัยข้อสรุปจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วถ้าข้อมูลมากและถูกต้อง การสรุปก็ถูกต้องและเชื่อถือได้มาก

8.2 ข้อจำกัดเกี่ยวกับการวัด โดยยอมรับค่าในการวัด ในทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่เสมอ

ข้อสอบวิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

8.3 ข้อจำกัดเกี่ยวกับค่านิยมต่างๆ เช่น ด้านความสวยงาม ความยุติธรรมความดี ฯลฯ ซึ่งทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถศึกษาได้

8.4 ข้อจำกัดเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา ศึกษาเฉพาะสิ่งที่สมมติชื่อขึ้นมา โดยอาศัยการกำหนดคุณสมบัติเหล่านั้น จึงไม่ใช่สิ่งที่จำเป็นอย่างสมบูรณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551, หน้า 28–30) ได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีเจคติเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้าน ดังนี้

1. มีเหตุผล คือ เชื่อในความสำคัญของเหตุผลไม่เชื่อโชคลางคำทำนาย หรือสิ่งศักดิ์ต่างๆที่ไม่สามารถอธิบายได้ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และต้องการที่จะรู้ว่าปรากฏการณ์ต่างๆ นั้นเป็นอย่างไร

2. มีความอยากรู้อยากเห็น คือ มีความพยายามที่จะเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์ใหม่ๆ ตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมช่างซักถาม ช่างอ่านเพื่อให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นและในความสนใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่กำลังเป็นปัญหาสำคัญในชีวิตประจำวัน

3. มีใจกว้าง คือ ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ เต็มใจที่จะรับความรู้ความคิดใหม่ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดแก่ผู้อื่น

4. มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางคือสังเกตและบันทึกผลต่างๆ โดยปราศจาก ความลำเอียงหรืออคติ ไม่เปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขข้อมูลนั้นจะไม่สนับสนุนสมมติฐานของตนและมีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากพิสูจน์

5. มีความเพียรพยายาม คือ ไม่ท้อถอยเมื่อการทดลองมีอุปสรรคหรือล้มเหลวและมีความตั้งใจ

6. มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจคือใช้วิจารณญาณก่อนที่จะตัดสินใจใดๆ และหลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

ทิพย์ธารา วงษ์สด (2553, หน้า 65) ได้อธิบายลักษณะของเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในข้อปัญหาต่างๆ และจะมีความยินดีที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

2. ความเพียงพยายาม นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรคหรือความล้มเหลวในการทดลอง ต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นถือว่าเป็นความรู้

3. ความมีเหตุผล นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอก่อนจะสรุปผล เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

4. ความซื่อสัตย์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ภายหลัง

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้เห็นคุณค่าของความมีระเบียบ รอบคอบ และยอมรับประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลายๆ วิธีมาตรวจสอบผลการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ถี่ถ้วนในการทำงาน

6. ความใจกว้าง นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีใจกว้าง ที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้ศึกษาค้นคว้า สรุปได้ว่า คุณลักษณะเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สามารถจำแนกออกได้ทั้งหมด 8 ด้าน ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) ความมีเหตุผล (Rationality) ความรอบคอบในการลงข้อสรุป หรือตัดสินใจหรือความรอบคอบ(Suspended Judgment) ความมีใจกว้าง (Open–Mindedness) ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ (Cirtical Mindedness) ความเป็นปรนัย (Objectivity) ความซื่อสัตย์ (Honesty) การยอมรับ ข้อจำกัด(Humility) จากเจตคติ ทั้ง 8 ด้าน จะสามารถพัฒนานักเรียนให้มีเจตคติวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

3 แนวทางการพัฒนาเจตคติวิทยาศาสตร์

ทิพย์ธารา วงษ์สด (2553, หน้า 67–68) กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกระสบการณ์ต่างๆ เพื่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

2. ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมรับผิดชอบกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น การทำงานกลุ่ม การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการแสวงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกการสังเกต การใช้คำถาม การสร้างสถานการณ์ในการแก้ปัญหา

4. ผู้สอนควรเตรียมกิจกรรมที่หลากหลายของประสบการณ์แปลกใหม่เร้าความสนใจ

5. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในขอบเขตของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

6. กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มใหม่ๆ เช่น อ่านวารสาร การทัศนะศึกษา การชมผลงานของผู้อื่น เป็นต้น

การพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ต้องพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความอยากรู้อยากเห็น มีความเพียรพยายาม เป็นผู้มีเหตุผล มีความซื่อสัตย์ ความมีระเบียบรอบคอบ และความความใจกว้าง ก่อนที่จะตัดสินใจลงความเห็นหรือข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อพัฒนาเจตคติให้สัมฤทธิ์ผล ควรให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความถนัดความสนใจ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ประสบปัญหาและแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งอำนวยความสะดวกเพื่อให้การศึกษาค้นคว้าบรรลุเป้าหมาย และเกิดเจตคติที่ดีต่ออวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์งานวิจัย

1. งานวิจัยในประเทศ

กาญจนา โป๊ะประนม (2551, หน้า 80–81) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิธีวิเคราะห์อภิมาน ซึ่งวิทยานิพนธ์ที่นำมาสังเคราะห์ จำนวน 22 เล่ม เมื่อจำแนกตามตัวแปรคุณลักษณะของงานวิจัยเป็นวิทยานิพนธ์ที่มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้ งานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์มากที่สุดดังนี้ สาขาวิชาการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอน นวัตกรรมการศึกษาคือประเภทผลิต/สิ่งประดิษฐ์ ปีที่พิมพ์เผยแพร่ คือ พ.ศ.2549 จังหวัดที่ทำการวิจัยคือ จังหวัดอุบลราชธานี เนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 5 การสุ่มตัวอย่างง่ายชนิดเป็นห้อง ระดับคือ ระดับประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 ช่วงชั้นทำการวิจัยคือช่วงชั้นที่ 2 ระยะเวลาในการทดลอง คือ ระหว่าง 1 ถึง 30 คาบ ขนาดของประชากรคือระหว่าง 151 ถึง 300 คน ขนาดของกลุ่ม

ตัวอย่างคือระหว่าง 10 ถึง 50 คน การตั้งสมมติฐานคือการตั้งสมมติฐานแบบไม่มีทิศทาง จำนวนเครื่องมือ 2 ชนิด ขนาดความเชื่อมั่นคือมากกว่าหรือเท่ากับ .80 จำนวนสถิติพื้นฐานจำนวน 3 ตัว สถิติอ้างอิงคือ สถิติ t-test จำนวนอ้างอิงภาษาไทยคือมากกว่าหรือเท่ากับ 20 เล่ม จำนวนอ้างอิงภาษาอังกฤษคือมากกว่าหรือเท่ากับ 5 เล่ม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 22 เรื่อง สามารถคำนวณขนาดอิทธิพลได้ 22 ค่า โดยมีค่าเฉลี่ยขนานอิทธิพลเท่ากับ 4.32 แสดงว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้นวัตกรรมการศึกษามีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนใช้นวัตกรรมการศึกษาเป็น 4.32 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของนักเรียนก่อนใช้นวัตกรรมการศึกษาหรือคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนโดยใช้นวัตกรรมการศึกษาจะอยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นไทล์ที่ 99.99 หรือ 100

เจนจิรา ดวงสิน (2552, บทคัดย่อ) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยการวิเคราะห์อภิมาน ซึ่งงานวิจัยที่นำมาสังเคราะห์เป็นวิทยานิพนธ์หรือการศึกษาค้นคว้าอิสระ ระดับบัณฑิตศึกษาที่พิมพ์เผยแพร่ระหว่าง พ.ศ. 2544 – 2550 จำนวน 50 เรื่อง คำนวณค่าขนาดอิทธิพลของงานวิจัยโดยใช้การวิเคราะห์อภิมานด้วยวิธีการของกลาส (Glass) เปรียบเทียบค่าขนาดอิทธิพล โดยใช้ครัสคัล- วัลลิส (Kruskall – Wallis Test) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 50 เรื่อง สรุปได้ว่ามหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีงานวิจัยสาขาหลักสูตรและการสอนมากที่สุด ปีที่ทำการวิจัยมากที่สุด คือ พ.ศ.2550 รูปแบบการเรียนการสอนที่มีการศึกษามากที่สุด คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) แหล่งข้อมูลมาจากกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการกำหนดเอง ระยะเวลาที่ใช้มากที่สุด คือ 16 – 20 คาบ การเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่มส่วนใหญ่ศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ลักษณะการตั้งสมมติฐานใช้การตั้งสมมติฐานแบบมีทิศทาง แบบแผนการวิจัยที่ใช้มากที่สุด คือ Randomized Control Group Pretest – Posttest Design จำนวนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 21 – 30 คน รูปแบบการเรียนการสอน/วิธีสอนเป็นตัวแปรอิสระ ส่วนตัวแปรตาม มีจำนวน 2 ตัว คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถาม การตรวจสอบ

คุณภาพของเครื่องมือ มีการตรวจสอบทั้ง 4 ด้าน คือ ความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น สถิติพื้นฐานที่ใช้มากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบสมมติฐานใช้ t – test มากที่สุด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ แบบโครงงาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้ดีที่สุด คือ รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ รองลงมาคือการเรียนรู้แบบร่วมมือ และแบบโครงงาน ตามลำดับ

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบโครงงาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีที่สุด คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้ในการเลือกใช้รูปแบบการสอนแบบใดนั้น ครูผู้สอนควรคำนึงถึงความเหมาะสมกับระดับการศึกษา เนื้อหาของบทเรียน และความพร้อมของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

วรรณี สุจจิตร์จูล (2552, บทคัดย่อ) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยรูปแบบการเรียนการสอน หลังยุคปฏิรูปการศึกษาพุทธศักราช 2542 โดยการวิเคราะห์อภิมานการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนการสอน หลังปฏิรูปการศึกษา พ.ศ. 2542 โดยการวิเคราะห์อภิมาน จากวิทยานิพนธ์ในระดับบัณฑิตศึกษาของมหาวิทยาลัย 24 แห่ง ซึ่งเป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน และพิมพ์เผยแพร่ระหว่าง ปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2551 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวน 40 เล่ม โดยการสุ่มแบบอย่างง่าย เก็บรวบรวมโดยใช้แบบบันทึกคุณลักษณะงานวิจัย และแบบประเมินงานวิจัย จากนั้นนำมาวิเคราะห์ โดยใช้สถิติบรรยายได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์อภิมานงานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

ผลการวิจัยมีดังนี้ คุณลักษณะงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนการสอน พบว่าทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัยมากที่สุดคือ ทฤษฎีปัญญานิยม วัตถุประสงค์ที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนที่ใช้ในงานวิจัยมากที่สุด คือด้านพุทธิพิสัยสื่อการเรียนการสอน พบว่า สื่อทางเดียวเป็นสื่อที่นำมาใช้มากที่สุด กิจกรรมด้านบทบาทผู้สอน พบว่า ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกมากที่สุด กิจกรรมด้านบทบาทผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนทำ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

กิจกรรมกลุ่มมากที่สุดการวัดและประเมินผลพบว่า การทดสอบมากที่สุด และคะแนนประเมินคุณภาพงานวิจัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.77 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ผลวิเคราะห์ข้อมูลเพื่ออธิบายความแปรปรวนของค่าขนาดอิทธิพลของงานวิจัย ผลปรากฏว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษามีขนาดอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเจตคติสูงกว่านักเรียนระดับประถมศึกษารูปแบบทดลอง One group pretest–posttest design มีขนาดอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเจตคติสูงกว่ารูปแบบการทดลอง Two group pretest–posttest design กลุ่มรูปแบบที่เน้นทักษะพิสัยมีขนาดอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะพิสัยมากกว่ากลุ่มรูปแบบที่เน้นบูรณาการและกลุ่มรูปแบบที่เน้นจิตพิสัยตามลำดับ วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบใช้ทั้งกลุ่มเป้าหมาย มีขนาดอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะพิสัยสูงกว่าวิธีการสุ่มแบบ ไม่อาศัยความน่าจะเป็น กิจกรรมการเรียนการสอนด้านบทบาทผู้สอนที่ผู้สอนเป็นผู้นำในชั้นผสมกับเป็นผู้อำนวยความสะดวก ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้สูงกว่าผู้สอนเป็นผู้นำในชั้นเรียน อำนวยความสะดวก หรือเป็นผู้ประสานงานเพียงอย่างเดียว การวัดและประเมินผลโดยผสมผสานการสังเกต การทดสอบการประเมินการปฏิบัติ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเจตคติสูงกว่า การวัดและประเมินผลที่ผสมผสานโดยใช้การสังเกต การทดสอบและสูงกว่าวิธีการวัดและประเมินผลผสมผสานโดยการสังเกต การทดสอบ การประเมินการปฏิบัติการสอบถาม วิธีสอนแบบโครงงานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะพิสัยสูงกว่า วิธีสอนแบบสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และวิธีสอนแบบอื่นๆ

จิตรา ชำนาญกุล (2553, บทคัดย่อ) ได้ทำการสังเคราะห์ผลงานทางวิชาการ เพื่อเลื่อนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีวิเคราะห์อภิมาน กลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยครั้งนี้ คือ รายงานการวิจัยที่เป็นผลงานทางวิชาการเพื่อเลื่อนวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ สาขาวิทยาศาสตร์ ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2552 ที่ผ่านเกณฑ์การประเมิน และศึกษาเกี่ยวกับนวัตกรรมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 เรื่อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบบันทึกคุณลักษณะรายละเอียดของผลงาน แบบประเมินคุณภาพของผลงาน และแบบสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือใช้ Interater การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน และ F–test (One–way ANOVA) โดยสรุปผลดังนี้ ข้อมูลเบื้องต้นของผลงานทางวิชาการที่นำมาสังเคราะห์ ลักษณะการแจกแจงของตัวแปรคุณลักษณะผลงาน

ทางวิชาการที่นำมาสังเคราะห์สรุปได้ดังนี้ ผู้ทำผลงานทางวิชาการส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ผู้วิจัยทั้งหมดทำการวิจัยเชิงเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวนมากที่สุดในปี พ.ศ. 2550 เมื่อพิจารณาตัวแปรอื่นๆ ที่ผู้วิจัยทั้งหมดทำการศึกษาในระดับมากที่สุด พบว่า ผู้วิจัยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ ที่ทำการศึกษาคือ สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ใช้แบบแผนการวิจัย One Group Pretest – Posttest –Design สมมติฐานของการวิจัยเป็นแบบมีทิศทาง ตัวแปรอิสระที่ใช้เป็นวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5 E) ส่วนตัวแปรตามใช้จำนวน 3 ตัวแปร สำหรับการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการเจาะจง ขนาดกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ย 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยใช้แบบทดสอบและแบบสอบถาม ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 4 ด้าน คือ ความเชื่อมั่น ความตรง ความยากง่าย และอำนาจการจำแนก ทำการทดลองจำนวน 18 ชั่วโมง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ สมมุติฐานใช้ F –test (ANOVA) ผลการวิเคราะห์ประเมินคุณภาพผลงานทางวิชาการ ผลงานทางวิชาการมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ผลการสังเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนวัตกรรมการเรียนการสอนผู้วิจัยทำการศึกษาโดยใช้นวัตกรรมการเรียนการสอนประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ นวัตกรรมการเรียนการสอนประเภทสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และนวัตกรรมการเรียนการสอนประเภทวิธีการ มีค่าขนาดอิทธิพลเฉลี่ยเท่ากับ .760, .73 และ .749 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกัน การสังเคราะห์ความรู้ของครูชำนาญการพิเศษเกี่ยวกับขั้นตอนของกระบวนการทำวิจัยโดยใช้วิธีแจกแจงความถี่ร้อยละ และการสังเคราะห์จากการสัมภาษณ์ครูชำนาญการพิเศษที่เป็นเจ้าของผลงาน โดยภาพรวมพบว่าครูบางส่วนขาดความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทำผลงานทางวิชาการ ดังนั้น ครูผู้สอนควรพัฒนาความรู้และเทคนิคการสอนของตนเองให้ทันต่อสังคมโลกที่กำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยรู้จักเลือกใช้นวัตกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับสภาพและข้อจำกัดของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ

มัชฌิมา บุญเลิศ (2554, หน้า 66–67) ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการวิเคราะห์อภิมาน สรุปผลได้ดังนี้ ด้านคุณลักษณะงานวิจัย งานวิจัยส่วนใหญ่มีผู้ทำวิจัยเป็นเพศหญิง สถาบันที่ผลิตงานวิจัยมากที่สุด คือ มหาวิทยาลัยศิลปากร ส่วนใหญ่ผลิตในปี พ.ศ. 2550 และ ปี พ.ศ. 2546 ทำการเลือกตัวอย่างโดยการสุ่มอย่างง่าย การตั้งสมมุติฐานเป็นแบบมีทิศทาง ใช้สอนมากที่สุดใน

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้เวลาในการทดลอง น้อยกว่า 10 คาบ ส่วนใหญ่มีตัวแปรตามเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีงานวิจัยบางเรื่องใช้ตัวแปรตามอื่นๆ ควบคู่กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งได้แก่ ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และความคงทนในการเรียนรู้

ด้านคุณลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาที่มีการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากที่สุดคือ วิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาภาษาไทย โดยใช้การสอนประเภทเสนอเนื้อหามากที่สุด ลักษณะบทเรียนเป็นแบบเส้นตรง และโปรแกรมที่ใช้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรม Author ware และโปรแกรม Macromedia ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ค่าขนาดอิทธิพล การแจกแจงค่าขนาดอิทธิพลโดยรวม พบว่า ค่าขนาดอิทธิพลมีค่าอยู่ในช่วง 0.033 ถึง 12.154 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกตามตัวแปรคุณลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ประเภทการแก้ไขปัญหา มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงสุด เท่ากับ 4.871 วิชาที่ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงสุด เท่ากับ 5.441 คือ วิชาเคมี ลักษณะบทเรียนที่มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงสุด เท่ากับ 4.497 คือ บทเรียนแบบแตกแขนง และโปรแกรมที่ใช้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลสูงสุดเท่ากับ 3.708 คือ โปรแกรม Author ware เมื่อพิจารณาจากจำนวนงานวิจัย พบว่า มีตัวแปรโปรแกรมที่ใช้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพียงตัวแปรเดียวที่มีจำนวนงานวิจัยใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ว่า การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Author ware มีประสิทธิภาพสูงกว่าการผลิตด้วยโปรแกรม Macromedia ส่วนอีก 3 ตัวแปร คือ ประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาที่ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า จำนวนงานวิจัยมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลเหล่านี้บอกถึงแนวโน้มได้เท่านั้น ดังนั้นจึงควรระวังในการนำผลการวิจัยนี้ไปใช้

ปัญญาภิวัฒน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Sipe (1997, pp.583-698) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทำการสังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 103 เรื่องเป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในช่วงระยะเวลา 10 ปี ที่ผ่านมา โดยแยกกลุ่มตัวแปรเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มตัวแปรคุณลักษณะผู้วิจัยและการรายงานวิจัย กลุ่มตัวแปรวิธีวิทยาการวิจัย กลุ่มตัวแปรบริบทของการสังเคราะห์งาน และกลุ่มตัวแปรสารสนเทศเกี่ยวกับขนาดอิทธิพล ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลคิดจากการวิจัยอภิมานทั้ง 103 เรื่องมีค่า 0.3425 ปัจจัยที่มีค่าขนาดอิทธิพลสูงสุด ได้แก่ แรงจูงใจ (0.8220) รองลงไป คือ ระดับความสามารถของนักเรียนผลการวิเคราะห์ข้อมูลย่อยตามนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีการพัฒนาขึ้นในงานวิจัยเพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น พบว่านวัตกรรมการเรียนการสอนที่ให้ค่าขนาดอิทธิพลสูงสุด 5 ประเภท ได้แก่ การสอนคำศัพท์ (1.147) การสอนแบบเร่งรัดสำหรับเด็กอัจฉริยะ (0.880) การสอนแบบเรียนรู้เพื่อรอบรู้ (0.821) การสอนตรง (0.820) และการจดบันทึก (0.710) และยังพบว่าผลการศึกษาความแตกต่างค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพล เมื่อคุณลักษณะงานวิจัยแตกต่างกัน ในการสังเคราะห์อภิมานที่แยกพิจารณาค่าเฉลี่ยขนาดอิทธิพลตาม เพศ และสถานภาพทางเศรษฐกิจและสังคมจะให้ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน

Liao (2003, pp.2134-A) “CAI/CAL and Students’ Achievement in Taiwan : A Meta-analysis” ได้ศึกษาการวิเคราะห์อภิมานเป็นการสังเคราะห์งานวิจัยที่มีอยู่เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนแบบปกติ โดยได้ทำการรวบรวมงานวิจัย 52 เล่ม จาก 5 แหล่ง แล้วนำมาหาค่าขนาดอิทธิพล มีงานวิจัย 17 เรื่อง ที่ใช้การวิเคราะห์แบบ One-way ANOVA ข้อค้นพบที่สำคัญคือ 1) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบปกติ ค่าขนาดอิทธิพล 0.552 แสดงให้เห็นถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีกว่าด้วยวิธีการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ 2) สำหรับตัวแปรที่ไม่คงที่ก็คือ ค่าสถิติและการเปรียบเทียบกลุ่มมีนัยสำคัญต่อขนาดอิทธิพล ผลการวิจัยพบว่า ในประเทศไต้หวันการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลดีมากกว่าการเรียนแบบปกติ นักวิชาการจำนวนมากคาดหวังว่า เทคโนโลยีจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแก่นักเรียน ผลที่ได้จากการวิจัยจะช่วยส่งเสริมครูในการนำเทคโนโลยีมาช่วยสอนมากขึ้น

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

Heather Koran and Miranda Berg (2003, pp.1324-A) ได้ศึกษาลักษณะคุณค่าพื้นฐานทางการศึกษา : การวิเคราะห์อภิมานเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมของนักเรียน การวิจัยมีจุดมุ่งหมายในการค้นหาประสิทธิภาพของลักษณะการศึกษาที่มีต่อความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมของผู้เรียน ฐานข้อมูลทางด้านอินเตอร์เน็ต ERIC และ PsycInfo ได้ค้นบทคัดย่องานวิจัย วารสารและต้นฉบับที่ยังไม่ได้ตีพิมพ์ระหว่างปี 1990 และ 2002 ที่เกี่ยวกับนักเรียนในระดับ K-12 ผลการวิจัยพบว่า ขนาดอิทธิพลมีขนาดเล็กแต่มีค่านัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 0.10 ค่าขนาดอิทธิพลของพฤติกรรมเท่ากับ 0.14 ความรู้เท่ากับ 0.20 มีขนาดเล็ก แต่มีนัยสำคัญ ผลโดยรวมไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.07 อย่างไรก็ตามผลที่สูงที่สุดที่พบคือ การพูดจาก้าวร้าวเท่ากับ 0.56 ความเสี่ยงต่อการสูบบุหรี่เท่ากับ 0.44 และการดื่มแอลกอฮอล์เท่ากับ 0.39

จากศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศจะเห็นได้ว่ามีการสังเคราะห์งานวิจัยเพื่อค้นหาข้อสรุป และความรู้ในสาขาวิชาต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจน และเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมุ่งที่จะสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ส่งผลต่อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของผู้สอน และยังเป็นการป้องกันการทำการวิจัยซ้ำซ้องอีกด้วย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ