

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็น 3 หัวข้อใหญ่ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการ (process skills) เป็นรากฐานที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ที่ทำให้มนุษย์เกิดพฤติกรรมการตรวจสอบหาความจริงหรือข้อเท็จจริงและนำไปสู่การหาบทสรุป (Hayes and Rau, 2006) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) เป็นความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่างๆ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของความสามารถที่เกี่ยวข้องกับจิตใจและร่างกาย (mental and physical abilities) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การแก้ปัญหา การพัฒนาตนเองและสังคม (Akinbobola and Afolabi, 2010) นอกจากนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นทักษะที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนได้แนวทางหรือวิธีการค้นคว้าวิจัย ผู้เรียนมีประสิทธิภาพการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นไม่เรียนรู้ การตอบสนองของผู้เรียนต่อการเรียนการสอนดีขึ้น และทำให้ผู้เรียนเข้าใจและมีทักษะในการฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้มากขึ้น เป็นต้น (Aktamis and Yenice, 2010)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basic science process skills) และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (integrated science process skills) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ประกอบด้วย 8 ทักษะได้แก่ การสังเกต (observing) การวัด (measuring) การจำแนกประเภท (classifying) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา (using space/space and space/time relationships) การใช้ตัวเลข (using number) หรือการคำนวณ (calculating) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (manipulating and communicating data) การลงความเห็นจากข้อมูล (inferring) และการทำนาย (predicting) หรือการพยากรณ์ (forecasting) สำหรับทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ชั้นผสมผสาน ประกอบด้วย 5 ทักษะได้แก่ การตั้งสมมติฐาน (formulating hypothesis) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (operational defining of the variable) การกำหนดและควบคุม ตัวแปร (identifying and controlling variable) การทดลอง (experimenting) และการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion) (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2551)

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) ได้สรุปรายละเอียดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน

1.1) การสังเกต หมายถึง การใช้วัยวะสัมผัสต่าง ๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส โดยการมองเห็น ได้ยิน ดมกลิ่น รับรส และสัมผัสวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อเก็บข้อมูลรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่เอาความรู้สึกนึกคิดหรือประสบการณ์เดิมของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตจำแนกลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ข้อมูลลักษณะเชิงคุณภาพ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะต่างๆ ของสิ่งที่ศึกษา

1.2) การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.3) การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่างๆ โดยใช้ข้อมูลพื้นฐานจากสมบัติของสิ่งที่ศึกษาเป็นเกณฑ์ ซึ่งอาจเป็นความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่กำลังศึกษา

1.4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองอยู่ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปสเปสของวัตถุมีลักษณะเป็นสามมิติ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติและรูปทรง 3 มิติ และความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ การแสดงทิศทางหรือตำแหน่งของวัตถุในเวลาต่างๆ กัน

1.5) การใช้ตัวเลข หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุหรือเหตุการณ์และการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยใช้การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรือวิธีการคำนวณอื่น ๆ

1.6) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำใหม่เช่น การหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ ที่สามารถแสดงให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นได้ดีขึ้น โดยอาจแสดงในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ การเขียน และการบรรยาย

1.7) การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึงการเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยพื้นฐานความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมช่วยในการแสดงความคิดเห็นนั้นๆ

1.8) การทำนายหรือการพยากรณ์ หมายถึง การสรุปผลลัพธ์หรือคำตอบล่วงหน้าก่อนทดลอง โดยอาศัยหลักฐานจากข้อมูล ข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นๆ กัน หลักการกฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้ว การพยากรณ์ข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลที่สามารแสดงเป็นตารางหรือกราฟได้ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่ศึกษา และการพยากรณ์ภายนอกของข้อมูลที่ศึกษา

2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

2.1) การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าส่วนใหญ่เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิด ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

2.3) การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรเกิน (extraneous variable) ที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ คือ สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เรา ต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามจะเปลี่ยนแปลงตามด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่ส่งผลกระทบต่อ การทดลอง ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน จึงจะทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลองได้

2.4) การทดลอง หมายถึง การทำปฏิบัติการด้วยวิธีใดๆ เพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทักษะนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่

(1) การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง ซึ่งต้องมีการกำหนดและควบคุมตัวแปร และเลือกใช้อุปกรณ์หรือสารเคมีต่างๆ ที่จะใช้ในการทดลองได้อย่างเหมาะสม

(2) การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือทำปฏิบัติการทดลองจริง

(3) การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต สำนวน วาด หรือวิธีอื่นๆ

2.5) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการอื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลจากการทดลองได้ กระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญกับการสอนทางวิทยาศาสตร์ โดยกระบวนการทดลองที่เสริมกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนหรือนักศึกษามีความเข้าใจและเรียนรู้ได้ดีขึ้น เพิ่มความสนใจในห้องเรียน พัฒนาทักษะที่กระทำด้วยมือ (manual skills) นักเรียนหรือนักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (discovery learning) ได้ด้วยตนเอง ช่วยพัฒนาทักษะการสังเกต เพิ่มทักษะการแก้ไขปัญหา และนักเรียนหรือนักศึกษาได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ของตนเอง การสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เมื่อผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองให้มีทักษะวิจัยได้ (Feyzioglu, 2009)

การสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วจะเกิดลักษณะที่สอดคล้องกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบโครงงาน (project-based science instruction : PBSI) ดังนั้นสามารถกำหนดและตั้งคำถามงานวิจัยได้ สามารถกำหนดสมมติฐานการวิจัยได้ สามารถกำหนดตัวแปรที่สามารถวัดค่าเชิงคุณภาพหรือปริมาณได้ สามารถออกแบบวิธีการสำรวจผลการวิจัยได้ ปฏิบัติการเพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยได้ บันทึก วิเคราะห์และตีความข้อมูลได้ สามารถสรุปผลจากข้อมูลได้นำเสนอข้อมูลในรูปแบบการบรรยาย (oral presentation) หรืองานเขียน (writing presentation) ได้ (สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2551)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (nature of science : NOS) เป็นเป้าหมายหลักที่สำคัญของวิทยาศาสตร์ศึกษาในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์ จึงต้องมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์อย่างถ่องแท้ รวมทั้งสามารถถ่ายทอดความเข้าใจดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ กล่าวคือมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน เพื่อสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (pedagogical content knowledge for teaching nature of science, PCK for teaching NOS) ทั้งนี้เนื่องจาก PCK for teaching NOS มีบทบาทสำคัญและเป็นแนวคิดใหม่ในการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจมากในวงการวิทยาศาสตร์ศึกษาทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งของการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) หากนักเรียนมีความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แล้วก็จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้

ด้านอื่นๆ ตามด้วย เช่น นักเรียนจะมีความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้น รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2555)

2.2 การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการวิจัย (Research-Based Instruction)

การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการวิจัย หมายถึง การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน ที่ให้ผู้เรียนใช้กระบวนการวิจัย หรือผลการวิจัยเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ เช่นการใช้การประมวลผลงานวิจัย (research review) มาประกอบการสอนเนื้อหาสาระ ใช้ผลการวิจัยมาเป็นเนื้อหาสาระในการเรียนรู้ ใช้กระบวนการวิจัยในการศึกษาเนื้อหาสาระ หรือให้ผู้เรียนลงมือทำวิจัยโดยตรง หรือช่วยฝึกฝนทักษะการวิจัยต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิศนา แคมมณี, 2552)

ทักษะวิจัย (research skills) เป็นความสามารถที่ได้มาจากการทำวิจัย ซึ่งรวมถึงการได้มาของกลยุทธ์และเครื่องมือสำหรับการวิจัยด้วย ได้แก่ ทักษะการแก้ไขปัญหา การคิดเชิงวิจารณ์ (critical thinking) การวิเคราะห์และการเผยแพร่ข้อมูล เป็นต้น ทักษะการวิจัยจะได้รับการฝึกฝนอย่างมากและจริงจังในการเรียนระดับอุดมศึกษา ซึ่งนักศึกษาระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา จำเป็นต้องมีทักษะวิจัยก่อนการทำวิจัยสำหรับการทำวิทยานิพนธ์หรือปริญญาโทก่อนสำเร็จการศึกษา ซึ่งการฝึกทักษะการวิจัยควรเริ่มต้นตั้งแต่ผู้เรียนศึกษาอยู่ในระดับโรงเรียน โดยถ้าผู้เรียนมีประสบการณ์วิจัยที่ระดับการศึกษาต่างๆ ภายในโรงเรียน ก่อนจะศึกษาในระดับอุดมศึกษา หรือระดับสูงต่อไป จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะการสังเกต (observation) การจัดการ (manipulation) การทำงานร่วมกับผู้อื่น (coordination) มีเจตคติทางด้านการวิจัย (research attitude) มีทักษะการสืบค้นข้อมูล (data searching) หรือการแก้ไขปัญหา (problem solving) และมีคุณลักษณะของนักวิจัยที่ดี นอกเหนือจากการมีทักษะกระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ที่นำไปสู่การวิจัย มีกระบวนการหรืออุปกรณ์ที่จำเป็นในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงประจักษ์ (ข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์ การทดลอง หรือ การสังเกต) การวิเคราะห์ข้อมูล และการนำเสนอหรือเผยแพร่ข้อมูลการวิจัยได้ (Subahan Mohd Meerah and Arsad, 2010)

กระบวนการวิจัยเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลความรู้ที่เชื่อถือได้ การให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการวิจัยในการศึกษาหาความรู้ต่างๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีเครื่องมือในการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการใช้กระบวนการวิจัย จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีความหมายต่อตนเอง (ทิศนา แคมมณี, 2552) ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนควรเน้นการฝึกทักษะกระบวนการวิจัยร่วมด้วย ได้แก่ ทักษะการตั้งโจทย์วิจัย การตั้งเป้าหมายจากโจทย์วิจัย การตั้งสมมติฐาน วิธีการและการตรวจสอบสมมติฐาน การเก็บรวบรวมข้อมูล การ

แปลความหมายข้อมูล และการลงข้อสรุป เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน หน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในระดับต่างๆ ของประเทศไทย ได้ให้ความสำคัญต่อการบูรณาการทักษะวิจัยเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ได้กำลังคนที่มีประสิทธิภาพมาช่วยพัฒนาประเทศ เช่น สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ได้เล็งเห็นความสำคัญของการสร้างคุณภาพผู้เรียนอาชีวศึกษาให้ได้มาตรฐาน โดยการผลิตบุคลากรให้เป็นผู้แสวงหาความรู้และมีทักษะในการปฏิบัติ ซึ่งต้องพัฒนาทักษะการวิจัยให้เกิดขึ้นกับนักศึกษาทุกคน เพื่อฝึกให้นักศึกษาค้นหาปัญหารอบตัว ในชีวิตประจำวัน ถ้ามองเห็นสิ่งที่ขาดหายไปแล้วนำมาประดิษฐ์คิดค้น จะทำให้เกิดความหลากหลายที่ตอบสนองต่อความต้องการของสังคม และสามารถแปลงผลงานวิจัยสู่เชิงพาณิชย์ได้ แต่ทั้งนี้การที่นักศึกษาจะมีทักษะการวิจัยที่สามารถบูรณาการความรู้ในวิชาชีพ เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องพัฒนาให้ความรู้แก่ครูก่อน ซึ่งทางสำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา ได้จัดให้มีโครงการพัฒนาครู เพื่อจัดการฝึกอบรมแก่ครูผู้สอน รวมถึงพัฒนาหลักสูตรการอบรม ให้สอดคล้องกับความต้องการของครู เพื่อให้การฝึกอบรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (โสภิตา ลีวัฒนาพันธ์, 2549)

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา โดยโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและการพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ได้สนับสนุนทุนวิจัยแก่มหาวิทยาลัยราชภัฏ 21 แห่ง ภายใต้โครงการวิจัยพัฒนาครูด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อพัฒนาผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา ให้ได้รับการพัฒนาทักษะที่เอื้อต่อการคิด วิเคราะห์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวิเคราะห์ ประพฤติ สร้าง พัฒนา ประเมิน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้ทักษะเหล่านี้มีอยู่ในผู้เรียนและติดตัวผู้เรียนไปตลอด โดยการวิจัยศึกษารูปแบบการพัฒนาบัณฑิตแบบระบบรวบยอดครบวงจรโดยใช้ทรัพยากร โจทย์ปัญหา และภูมิปัญญาท้องถิ่นเป็นหัวข้อการเรียนรู้ตลอด 4 ปี เพื่อให้นักศึกษาที่ผ่านกระบวนการเรียนรู้นี้สามารถเป็นครูต้นแบบยุคใหม่ที่จะถ่ายทอดสู่เยาวชนในภูมิภาคเพื่อเป็นเยาวชนยุคใหม่ต่อไป ซึ่งทางมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ได้เข้าร่วมโครงการดังกล่าวโดยจัดทำโครงการเรื่องโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาครูมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ด้วยภูมิปัญญากระต๊ากสาโดยมีความร่วมมือกันของ 5 หลักสูตร ได้แก่ หลักสูตรฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา สิ่งแวดล้อม และ คอมพิวเตอร์ ในส่วนของหลักสูตรเคมีได้ดำเนินการฝึกทักษะวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการเรียนรู้ในรายวิชาต่างๆ ผลการวิจัยดังกล่าวพบว่า นักศึกษามีพัฒนาการของทักษะวิจัยที่ดีขึ้น ซึ่งการฝึกฝนดังกล่าวต้องมีการทำซ้ำและทำอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการฝึกทักษะการวิจัยนั้นจึงเป็นกระบวนการที่ดีและมีประโยชน์ต่อนักศึกษาและผู้สอนด้วย (ศุภกฤษ เมธีโกคพงษ์ และคณะ, 2555)

2.2.1 การสืบค้นข้อมูล

เทคนิคการสืบค้นข้อมูล หมายถึง วิธีการต่างๆ ที่ใช้ประกอบในการสร้างประโยคการค้นหามา เพื่อให้ได้สารสนเทศที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด เทคนิคในการสืบค้นข้อมูลนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การค้นหาพื้นฐานหรืออย่างง่าย (basic search) และการค้นหาแบบซับซ้อนหรือขั้นสูง (advanced search)

การค้นหาแบบพื้นฐาน (basic search) เป็นการค้นหาสารสนเทศอย่างง่าย ไม่ซับซ้อน โดยใช้คำโดดๆ หรือคำผสมเพียง 1 คำ ในการสืบค้นข้อมูล ได้แก่ การสืบค้นข้อมูลจากชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง หัวเรื่อง และคำสำคัญ

การค้นหาแบบขั้นสูง (advanced search) เป็นการค้นหาที่ซับซ้อนมากกว่าแบบพื้นฐาน ซึ่งมีเทคนิคหรือรูปแบบการค้นที่จะช่วยให้ผู้ค้นสามารถจำกัดขอบเขตการค้นหาหรือค้นแบบเจาะจงได้มากขึ้น เพื่อให้สามารถค้นหาข้อมูลได้ตรงตามความต้องการมากที่สุด ได้แก่

1) Boolean Logic หรือการค้นหาโดยใช้ operator เป็นการค้นหา โดยใช้คำเชื่อม 3 ตัว คือ AND, OR และ NOT ดังนี้

- AND ใช้เชื่อมคำค้น เพื่อจำกัดขอบเขตการค้นหาให้แคบลง เช่น ต้องการค้นหาคำว่า ส้มตำที่เป็นอาหาร มีรูปแบบการค้นดังนี้ คือ “ส้มตำ AND อาหาร” หมายถึง ต้องการค้นหาคำว่า “ส้มตำ” และคำว่า “อาหาร”

- OR ใช้เชื่อมคำค้น เพื่อขยายขอบเขตให้กว้างขึ้น เช่น “ส้มตำไทย OR ส้มตำปูปลาร้า” หมายถึง ต้องการค้นหาคำว่า “ส้มตำไทย” และ “ส้มตำปูปลาร้า” หรือค้นหาคำใดคำหนึ่งก็ได้

- NOT ใช้เชื่อมคำค้น เพื่อจำกัดขอบเขตให้แคบลง เช่น ต้องการค้นหาคำว่า “ส้มตำ AND อาหาร NOT เพลง” หมายถึง ต้องการค้นหา คำว่า “ส้มตำ” ที่เป็น “อาหาร” ไม่เอา “ส้มตำ” ที่เป็น “เพลง” เป็นต้น

2) เทคนิคการตัดคำ

3) เทคนิคการจำกัดคำ

การสืบค้นสารสนเทศ หมายถึง ความพยายามของบุคคลในการค้นหาให้ได้มาซึ่งสารสนเทศที่ต้องการ โดยใช้เครื่องมือสืบค้นด้วยมือ หรือเทคโนโลยี ความสำเร็จในการสืบค้นโดยทั่วไป ขึ้นอยู่กับกลยุทธ์และเทคนิคการสืบค้นที่ใช้ทักษะในการใช้เครื่องมือสืบค้นต่างๆ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของสารสนเทศที่ได้จากการสืบค้นอันจะนำผู้สืบค้นให้เข้าถึงแหล่งที่จัดเก็บและให้บริการสารสนเทศและทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และตรงตามความต้องการ เครื่องมือสืบค้นบนอินเทอร์เน็ต (internet) จะช่วยให้การเข้าถึงสารสนเทศบนอินเทอร์เน็ตเป็นไปได้อย่างตรงต่อความต้องการอย่างง่ายและสะดวก ทั้งนี้ ผู้ใช้ต้องทราบ URL (Uniform Resource Locator) หรือที่อยู่ทาง Internet ของเว็บ (web) ที่ต้องการสืบค้น เพื่อใช้ในการเข้าถึง web นั้นๆ ได้ รวมทั้งให้ข้อมูลสื่อประสม (multimedia) ด้วย

โดยเฉพาะการสืบค้นข้อมูลพจนานุกรม สารานุกรม และดรรชนีวารสาร การรวบรวมข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศต่างๆ ปัจจุบันแหล่งสารสนเทศมีการให้บริการสารสนเทศหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถจำแนกได้ 4 ประเภท คือ สื่อสิ่งพิมพ์ หรือวัสดุตีพิมพ์ (printed materials) สื่อโสตทัศน หรือโสตทัศนวัสดุ (audiovisual materials, audiovisual aids, audiovisual media) สื่ออิเล็กทรอนิกส์ (electronic media) และสื่อบุคคล (นฤมล ตันธสุเรศธรรม และคณะ, 2553)

การสืบค้นข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต การค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตมีด้วยกัน 2 วิธี ได้แก่ การค้นหาในรูปแบบ index directory และ การค้นหาในรูปแบบ search engine

1) การค้นหาในรูปแบบ index directory

วิธีการค้นหาข้อมูลแบบ index ข้อมูลจะมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยมากกว่าการค้นหาข้อมูลด้วยวิธีของ search engine โดยข้อมูลถูกคัดแยกออกมาเป็นหมวดหมู่ และจัดแบ่งแยกไซต์ (site) ต่างๆ ออกเป็นประเภท สำหรับวิธีใช้งาน เราสามารถที่จะคลิกเลือกข้อมูลที่ต้องการได้ใน web browser จากนั้นที่หน้าจอก็จะแสดงรายละเอียดของหัวข้อปลีกย่อยอีกลงมาอีกระดับหนึ่ง ปรากฏขึ้นมาให้เราเลือกอีก ส่วนจะแสดงออกมาให้เลือกมากแค่ไหน ขึ้นอยู่กับขนาดของฐานข้อมูลใน index ว่า ในแต่ละประเภท จัดรวบรวมเก็บเอาไว้มากน้อยเพียงใด เมื่อเข้าไปถึงประเภทย่อยที่สนใจแล้ว ที่เว็บเพจจะแสดงรายชื่อของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับ ประเภทของข้อมูลนั้นๆ ออกมา เอกสารใดน่าสนใจหรือต้องการอยากที่จะดู สามารถคลิกไปยัง link เพื่อขอเชื่อมต่อ ทางไซต์ก็จะนำเอาผลของข้อมูลดังกล่าวออกมาแสดงผลทันที นอกเหนือไปจากนี้ไซต์ที่แสดงออกมานั้นทางผู้ให้บริการยังได้เรียบเรียงโดยนำเอาไซต์ที่มีความเกี่ยวข้องมากที่สุดเอามาไว้ตอนบนสุดของรายชื่อที่แสดง

2) การค้นหาในรูปแบบ search engine

วิธีการอีกอย่างที่นิยมใช้การค้นหาข้อมูลคือการใช้ search engine ซึ่งผู้ใช้ส่วนใหญ่กว่า 70% ใช้วิธีการค้นหาแบบนี้ หลักการทำงานของ search engine แตกต่างจากการใช้ index โดยลักษณะของ search engine เป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่มหาศาลที่กระจายอยู่ทั่วไปบนอินเทอร์เน็ต ไม่มีการแสดงข้อมูลออกมาเป็นลำดับขั้นของความสำคัญ การใช้งานเหมือนการสืบค้นฐานข้อมูล อื่นๆ คือ ต้องพิมพ์คำสำคัญ (keyword) ซึ่งเป็นการอธิบายถึงข้อมูลที่ต้องการเข้าไปค้นหานั้นๆ เข้าไป จากนั้น search engine ก็แสดงข้อมูลและไซต์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องออกมา

หลักการค้นหาข้อมูลของ search engine

- (1) การค้นหาจากชื่อของตำแหน่ง URL ใน เว็บไซต์ต่างๆ
- (2) การค้นหาจากคำที่มีอยู่ใน title (ส่วนที่ browser ใช้แสดงชื่อของเว็บเพจอยู่ทางด้านซ้ายบนของหน้าต่างที่แสดง
- (3) การค้นหาจากคำสำคัญหรือคำสั่ง keyword (อยู่ใน tag คำสั่งใน html ที่มีชื่อว่า meta)

(4) การค้นหาจากส่วนที่ใช้อธิบายหรือบอกลักษณะ site

(5) การค้นหาคำในหน้าเว็บเพจด้วย browser ซึ่งการค้นหาคำในหน้าเว็บเพจนั้นใช้สำหรับกรณีที่เข้าไปค้นหาข้อมูลที่เว็บเพจใดเว็บเพจหนึ่ง แล้วภายในมีข้อความปรากฏอยู่มาก โดยต้องพิจารณาทีละบรรทัด ซึ่งคงไม่สะดวก ในลักษณะนี้ใช้ browser ช่วยค้นหา โดยขั้นแรกให้นำเมาส์ (mouse) ไปคลิก ที่ menu Edit แล้วเลือกบรรทัดคำสั่ง find in page หรือกดปุ่ม Ctrl + F ที่ keyboard จากนั้นใส่คำที่ต้องการค้นหาลงไปแล้วก็กดปุ่ม find next โปรแกรมค้นหาคำดังกล่าว หากพบก็จะไปแสดงที่คำนั้นๆ ซึ่งสามารถกดปุ่ม find next เพื่อค้นหาต่อได้อีกจนกว่าพบข้อมูลที่ต้องการ

การอ้างอิง หมายถึง การบอกแหล่งที่มาของข้อความที่ใช้อ้างอิงในเนื้อหาที่นำมาเขียนเรียบเรียง

บรรณานุกรม (bibliography) หมายถึง รายการของทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดที่ผู้ทำรายงานได้ใช้ประกอบการเขียนรายงาน ทั้งที่ปรากฏชัดเจนโดยเขียนอ้างอิงไว้ และส่วนที่ไม่ปรากฏชัดเจน แต่อาจเป็นเพียงการรวบรวมความคิดหลาย ๆ แนว แล้วนำมาเรียบเรียงใหม่ (หอสมุดมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556)

รูปแบบการลงรายการบรรณานุกรม

(1) APA (American Psychological Association) เป็นรูปแบบการลงรายการทางบรรณานุกรมที่เป็นที่นิยมใช้ในสาขาวิชา จิตวิทยา การศึกษา และสาขาสังคมศาสตร์อื่นๆ

(2) AMA (American Medical Association) เป็นรูปแบบการลงรายการทางบรรณานุกรมที่เป็นที่นิยมใช้ในสาขาวิชาแพทยศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะทางชีววิทยา

(3) Chicago เป็นรูปแบบการลงรายการทางบรรณานุกรมที่เป็นที่นิยมใช้ในทุกสาขาวิชา นิยมใช้ในการลงรายการหนังสือ นิตยสาร หนังสือพิมพ์ และเอกสารที่อ้างอิงเป็นเอกสารที่ไม่เป็นวิชาการมากนัก

(4) MLA (Modern Language Association) หรือ เป็นรูปแบบการลงรายการทางบรรณานุกรมที่เป็นที่นิยมใช้ในสาขาวิชา วรรณกรรม ศิลป และสาขามนุษยศาสตร์

(5) Turabian เป็นรูปแบบการลงรายการทางบรรณานุกรมที่เป็นที่นิยมใช้ในสาขาวิชาทั่วไปในระดับวิทยาลัย/มหาวิทยาลัย

(6) Vancouver เป็นรูปแบบการลงรายการทางบรรณานุกรมที่นิยมใช้ในสาขาวิทยาศาสตร์และการแพทย์ (หอสมุดมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556)

2.2.2 การตั้งโจทย์วิจัย วัตถุประสงค์การวิจัย และการออกแบบการทดลอง

ปัญหาวิจัย (research problem) คือ สิ่งที่ทำให้เกิดความสงสัย ความอยากรู้ในข้อเท็จจริง ซึ่งนำไปสู่การหาทางปฏิบัติเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับข้อสงสัย และการหาคำตอบนั้นต้องกระทำอย่างมีระบบระเบียบเชื่อถือได้ นอกจากนี้ ปัญหาการวิจัย หมายถึง สิ่งที่เกิดจากความสงสัย ใคร่รู้คำตอบ ดังนั้น การกำหนดปัญหาการวิจัย จึงหมายถึง การระบุประเด็นที่นักวิจัยสงสัย และประสงค์ที่หาคำตอบ ซึ่งก็คือ ปัญหาการวิจัย ดังนั้น นักวิจัยจึงจำเป็นต้องระบุปัญหาการวิจัยให้เป็นกิจจะลักษณะ และชัดเจนทุกครั้งที่ทำเนิการวิจัย

ระดับของปัญหาวิจัย ได้แก่ ปัญหาวิจัยระดับทั่วไป (general research problem) ปัญหาวิจัยระดับแคบ และปัญหาวิจัยที่เป็นโจทย์วิจัย (Kroelinger, 2002)

ปัญหาวิจัยระดับทั่วไป (general research problem) คือ ปัญหาวิจัยระดับกว้าง ยังไม่สามารถกำหนดขอบเขตการศึกษาวิจัยได้อย่างชัดเจน ส่วนปัญหาวิจัยระดับแคบ และปัญหาวิจัยที่เป็นโจทย์วิจัยคือ ปัญหาวิจัยที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจงมากขึ้น กำหนดปัจจัยที่ต้องการศึกษาชัดเจนทราบแนวทางชัดเจนในการค้นหาคำตอบ (Allyn & Bacon, 2006)

วัตถุประสงค์การวิจัย (research objective) เป็นส่วนแสดงให้เห็นทราบว่า ผู้วิจัยต้องการจะศึกษาหรือค้นหาคำตอบอะไรบ้าง ต้องสอดคล้องกับโจทย์หรือปัญหาการวิจัย

สมมติฐาน (Hypothesis) เป็นข้อความที่สร้างขึ้นเพื่อการคาดคะเนคำตอบของปัญหาล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลอง สมมติฐานใดเป็นที่ยอมรับหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับหลักฐานและเหตุผลที่มาสสนับสนุนหรือคัดค้านทั้งทางตรงและทางอ้อมการตั้งสมมติฐานต้องยึดปัญหาเป็นหลักเสมอ ควรตั้งหลายๆ สมมติฐานเพื่อมีแนวทางของคำตอบหลายๆ อย่างแต่ไม่ยึดสมมติฐานใดสมมติฐานหนึ่งเป็นคำตอบก่อนพิสูจน์ตรวจสอบสมมติฐานหลายๆ วิธีและหลายๆ ครั้งๆ โดยสมมติฐานที่ดีมีลักษณะเป็นสมมติฐานที่เข้าใจได้ง่ายและระบุทางที่จะตรวจสอบได้ ตรวจสอบได้ด้วยการทดลอง เป็นสมมติฐานที่สอดคล้อง และอยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่ได้จากการสังเกตและสัมพันธ์กับปัญหาที่ตั้งไว้

การออกแบบการทดลอง (experiment design) คือ การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติทดลองจริง โดยให้สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยมีการกำหนดและควบคุมตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทดลอง ซึ่งการกำหนดตัวแปร คือการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของสมมติฐานหนึ่งๆ ส่วนการควบคุมตัวแปรจะเป็นการควบคุมตัวแปรอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่มีผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน จึงต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกกลุ่มทดลอง ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร จึงเป็นความชำนาญในการจำแนกตัวแปรต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบ และเลือกตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ (ตัวแปรควบคุม) จัดตัวแปรที่ต้องการศึกษาให้แตกต่าง (ตัวแปรอิสระ) เพื่อวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (ตัวแปรตาม) ซึ่ง ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (independent variable) เป็นตัวแปรที่ต้องการศึกษา หรือ

กำหนดขึ้นมาทำการตรวจสอบ และพิจารณาผลของตัวแปรต้น เป็นตัวแปรที่ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ ส่วนตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ตัวแปรที่ไม่มีความเป็นอิสระในตัวเอง เปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระเพราะเป็นผลของตัวแปรอิสระนอก สำหรับตัวแปรควบคุม (controlled variable) คือสิ่งอื่นๆ นอกจากตัวแปรต้นที่ทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน แต่ควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2554)

2.3 แผนผังความคิด (mind map)

2.3.1 ความหมาย ความสำคัญและประโยชน์ของการทำแผนผังความคิด

แผนผังความคิด (mind map) เป็นหนึ่งในเทคนิคการสอนแบบเทคนิคการใช้ผังกราฟิก (graphic organizers) ซึ่งเทคนิคการสอน หมายถึง กลวิธีต่างๆ ที่ใช้เสริมกระบวนการสอนขั้นตอนการสอน หรือการกระทำต่างๆ ในการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ผังกราฟิก เป็นแผนผังทางความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ การใช้ผังกราฟิกเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน นอกจากนี้ ผังกราฟิกยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนประมวลหรือจัดความรู้ โดยจัดข้อมูลที่ประมวลมาซึ่งอยู่ในลักษณะกระจัดกระจายให้เป็นระบบระเบียบ อยู่ในรูปแบบที่อธิบายให้เข้าใจและจดจำได้ง่าย ผังกราฟิกเป็นรูปแบบของการแสดงออกของความคิดที่สามารถมองเห็นและอธิบายได้ อย่างเป็นระบบชัดเจนและอย่างประหยัดเวลาด้วย (ทิตนา แหมมณี, 2552)

การใช้ผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ 4 ประการด้วยกันคือ (ทิตนา แหมมณี, 2552)

- 1) การแยกแยะข้อมูลเพื่อให้เห็นองค์ประกอบหลักที่เชื่อมโยงกันอยู่อย่างชัดเจน สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในทัศนได้ง่ายขึ้น
- 2) หากสมองมีการจัดโครงสร้างความรู้ไว้อย่างเป็นระบบระเบียบ สามารถช่วยเรียกความรู้เดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาออกมาใช้เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น
- 3) ผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบหลักของเรื่องมีลักษณะเป็นภาพซึ่งง่ายต่อการที่สมองจะจดจำมากกว่าข้อความที่ติดต่อกันยืดยาว
- 4) การใช้ผังกราฟิก ซึ่งมีลักษณะเป็นทั้งภาพและข้อความ สามารถช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างตื่นตัว (active learning) เนื่องจากผู้เรียนต้องมีทั้งการฟัง พูด อ่าน เขียน คิด จึงสามารถจัดทำผังกราฟิกออกมาได้ เป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

ตัวอย่างผังกราฟิก ได้แก่ ผังความคิดหรือแผนผังความคิด (mind map) ผังมโนทัศน์ (concept map) ผังแมงมุม (spider map) ผังก้างปลา (fishbone map) ผังวัฏจักร (circle or cyclical map) ผังวงกลมซ้อนหรือเวินไดอะแกรม (venn diagram) ผังวีไดอะแกรม (vee diagram) และผังพล็อตไดอะแกรม (plot diagram) เป็นต้น (ทิตินา แชมมณี, 2552)

แผนผังความคิด (mind map) เป็นวิธีการบันทึกความคิดเพื่อให้เห็นภาพของความคิดที่หลากหลายมุมมอง ที่กว้าง และที่ชัดเจน โดยยังไม่จัดระบบระเบียบความคิดใดๆ ทั้งสิ้น เป็นการเขียนตามความคิด ที่เกิดขึ้นขณะนั้น การเขียนมีลักษณะเหมือนต้นไม้แตกกิ่งก้านสาขาออกไปเรื่อยๆ ทำให้สมองได้คิดได้ทำงานตามธรรมชาติ และมีการจินตนาการกว้างไกล แผนผังความคิด ยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการบันทึกความคิดของการอภิปรายกลุ่ม หรือการระดมความคิด โดยให้สมาชิกทุกคนเสนอความคิดเห็น และทำการจดบันทึกด้วยคำสั้นๆ คำใดๆ ให้ทุกคนมองเห็น พร้อมทั้งโยงเข้าหากิ่งก้านที่เกี่ยวข้องกัน เพื่อรวบรวมความคิดที่หลากหลายของทุกคน ไว้ในแผ่นกระดาษแผ่นเดียว ทำให้ทุกคนได้เห็นภาพความคิดของผู้อื่นได้ชัดเจน และเกิดความคิดใหม่ต่อไปได้ (มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2551) นอกจากนี้ แผนผังความคิด เป็นวิธีการช่วยบันทึกความคิดเพื่อให้เห็นภาพความคิดที่หลากหลายมุมมองที่กว้างและชัดเจนกว่าการบันทึก โดยยังไม่จัดระบบระเบียบความคิด ใดๆทั้งสิ้น เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับโครงสร้างการคิดของมนุษย์ที่บางช่วงสมองอาจจะโดดออกนอกทางขณะที่กำลังคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ข้อดีของการทำแผนผังความคิด คือ ทำให้จดจำได้ง่ายขึ้น ทุกคนได้มีส่วนร่วม ทำให้ได้ความคิดเห็นของทุกคน สามารถนำเสนอข้อมูลได้ดี และทำให้ผู้เข้าร่วมเกิดความสนใจ (สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย, 2551) แผนผังความคิดเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการระบบความคิดที่มีประสิทธิภาพสูง

แผนผังความคิด เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรง เรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ (ทิตินา แชมมณี, 2552) แผนผังความคิด คือ ทศนคติ (visual) การแสดงความคิดและความสัมพันธ์ของความคิดนั้นแบบไม่เป็นเส้นตรง ประกอบด้วยเครือข่ายความเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ของความคิด โดยวัตถุประสงค์ของแผนผังความคิด คือ เพื่อหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงเชิงสร้างสรรค์ของความคิด อย่างไรก็ตาม แผนผังความคิดนั้น ความคิดต่างๆ สามารถเชื่อมโยงกับความคิดอื่นๆ ได้ ในการสร้างแผนผังความคิดนั้น ผู้เรียนต้องมีความคิดโดยเป็นไปตามธรรมชาติ หรือโดยตนเอง (spontaneous thinking) (Davies, 2010)

ความเป็นมาของแผนผังความคิด คือ แผนผังความคิดได้บัญญัติขึ้นมาเมื่อ พ.ศ. 2517 โดย คุณโทนี บูซาน (Tony Buzan) ซึ่งแผนผังความคิดนี้เป็นเทคนิคการใช้ผังกราฟิก (graphic organizers) รูปแบบหนึ่งทำงานตามธรรมชาติความคิดของเรา เป็นเทคนิคเชิงกราฟิกที่ทรงพลังเสมือนกุญแจสารพัดประโยชน์ที่จะเปิดสมองให้ทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพ เพราะเป็นการ

ใช้ความสามารถของสมองทั้ง 2 ซีก คือ ซ้ายและขวาให้มีกระบวนการคิดที่เชื่อมโยงกัน โดยลักษณะสำคัญของแผนผังความคิดมี 4 ประการ คือ 1. หัวเรื่องที่เป็นข้อใหญ่ใจความได้รับการกลั่นกรองจนตกผลึกเป็นภาพ “แก่นแกน” ตรงกลาง 2. ประเด็นสำคัญกระจายเป็นรัศมีออกมาเป็น “ก้าน” หรือ กิ่งแก้ว แตกแขนงออกจาก “แก่นแกน” 3. กิ่งที่แตกแขนงออกมาแต่ละกิ่งรองรับ คำไข/ภาพ โดยมีเส้นเชื่อมเป็นรายละเอียดออกมารอบๆ 4. กิ่งก้านต่างๆ ต้องเชื่อมต่อยึดโยงกันดุจกิ่งไม้หรือรากไม้ (สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย, 2551)

ประโยชน์ของแผนผังความคิด คือ รูปแบบอิสระ (free form) และโครงสร้างไม่จำกัด (unconstrained structure) ไม่มีข้อจำกัดของความคิด และการเชื่อมโยงความคิดสามารถทำได้ ไม่มีความจำเป็นที่ต้องจดจำโครงสร้างหรือรูปแบบความคิด แผนผังความคิดช่วยสนับสนุนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และส่งเสริมให้เกิดการระดมความคิด ส่วนข้อเสียของแผนผังความคิด คือ ประเภทของการเชื่อมโยงอาจถูกจำกัดด้วยความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงความคิดอย่างง่าย และการเชื่อมโยงระหว่างความคิดไม่ชัดเจนนั้นคือข้อจำกัดของแผนผังความคิด (Davies, 2010)

2.3.2 หลักการเขียนแผนผังความคิด

การเขียนแผนผังความคิดให้ใช้กระดาษแผ่นเดียว ใช้สีสันทากหลาย ใช้โครงสร้างตามธรรมชาติที่แผ่กระจายออกมาจตุศูนย์กลาง ใช้เส้นโยง มีเครื่องหมาย สัญลักษณ์ และรูปภาพที่ผสมผสานร่วมกันอย่างเรียบง่าย สอดคล้องกับการทำงานตามธรรมชาติของสมอง โดยมีวิธีเขียนดังนี้ (มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, 2551)

- 1). เตรียมกระดาษเปล่าที่ไม่มีเส้นบรรทัด โดยวางกระดาษในแนวนอน
- 2). วาดภาพหรือเขียนข้อความที่สื่อถึงเรื่องที่จะทำไว้กลางหน้ากระดาษ โดยใช้สีอย่างน้อย 3 สี และต้องไม่ตีกรอบด้วยรูปทรงเรขาคณิต
- 3). พิจารณาถึงหัวเรื่องสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเรื่องที่ทำแผนผังความคิดโดยให้เขียนเป็นคำที่มีลักษณะเป็นหน่วย หรือเป็นคำสำคัญ (key word) สั้น ๆ ที่มีความหมาย บนเส้นซึ่งแต่ละเส้นจะต้องแตกออกมาจากศูนย์กลางไม่ควรเกิน 8 กิ่ง
- 4). แยกความคิดของหัวเรื่องสำคัญแต่ละเรื่องในข้อ 3 ออกเป็นกิ่ง ๆ หลายกิ่ง โดยเขียนคำหรือวลีบนเส้นที่แตกออกไป ลักษณะของกิ่งควรเอนไม่เกิน 60 องศา
- 5). แยกความคิดรองลงไปเป็นส่วนประกอบของแต่ละกิ่ง ในข้อ 4 โดยเขียนคำหรือวลีเส้นที่แตกออกไป ซึ่งสามารถแตกความคิดออกไปเรื่อย ๆ
- 6). การเขียนคำ ควรเขียนด้วยคำที่เป็นคำสำคัญ (key word) หรือคำหลักที่มีความหมายชัดเจน

7). คำ วลี สัญลักษณ์ หรือรูปภาพใดที่ต้องการเน้น อาจใช้วิธีการทำให้เด่น เช่น การตีกรอบ

8). ตกแต่งแผนผังความคิดที่เขียนด้วยความสนุกสนานทั้งภาพและแนวคิดที่เชื่อมโยงต่อกัน

นอกจากนี้ การเขียนแผนผังความคิดมีขั้นตอนหลักๆ ในการทำดังนี้ (ทิตนา แคมมณี, 2552) คือ

- 1). เขียนความคิดรวบยอดไว้ตรงกลาง แล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิดรวบยอดย่อยๆ
- 2). เขียนคำที่เป็นตัวแทนความหมายของความคิดนั้นๆ ลงไปและใช้รูปทรงเรขาคณิตแสดงระดับของคำ คำใดอยู่ในขอบเขตหรือระดับเดียวกัน ใช้รูปทรงเรขาคณิตเดียวกันล้อมกรอบคำนั้น
- 3). ลากเส้นเชื่อมโยงความคิด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของความคิดต่างๆ เส้นที่ใช้อาจเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรืออาจใช้ลูกศร แสดงความเชื่อมโยงของความคิดต่างๆ
- 4). ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวแทนความหมายของความคิดและความรู้สึกต่างๆ
- 5). สร้างผังความคิดให้สมบูรณ์ตามความเข้าใจของตน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา (2549) ได้จัดทำโครงการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อสร้างทักษะวิจัยให้นักศึกษาอาชีวศึกษา โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 จัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์สร้างความเข้าใจแก่ผู้บริหารและจัดทำคู่มือครูประกอบการฝึกอบรม และระยะที่ 2 การฝึกอบรมครูที่ปรึกษาการวิจัย ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ให้นักศึกษา มีทักษะวิจัย โดยบูรณาการความรู้ในสาขาวิชาชีพ รวมถึงเพื่อให้ครู สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำวิจัยได้ โดยครูเป็นที่ปรึกษาด้านการวิจัย นอกจากนี้เพื่อให้ผู้บริหารสถานศึกษา มีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินโครงการและส่งเสริมให้ครูและนักศึกษาสามารถทำวิจัยได้ ซึ่งมีกระบวนการสร้างทักษะการวิจัยโดยพัฒนาครูผู้สอนวิชาโครงการ เพื่อเป็นที่ปรึกษาการทำวิจัยของนักศึกษา จากนั้นมอบหมายให้นักศึกษาทำโครงการ หรือชิ้นงาน หรือสิ่งประดิษฐ์ โดยใช้กระบวนการวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ เมื่อนักศึกษาทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จ ได้มีการสร้างเวทีการนำเสนอผลงานวิจัยของนักศึกษา เพื่อรับการชี้แนะเพิ่มเติมให้มีการปรับปรุง เพื่อพัฒนาผลงานนักศึกษาในเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ได้ จากผลการดำเนินการนี้มีประโยชน์ต่อผู้เรียนซึ่งได้รับการพัฒนาทักษะการคิดและสามารถทำวิจัยได้ มีความเชื่อมั่นในการบูรณาการความรู้เพื่อการทำงานและประกอบอาชีพเป็นที่ยอมรับของสังคม และผลงานนำไปสู่เชิงพาณิชย์หรือแก้ปัญหาสังคมได้ สำหรับครูผู้สอนเองสามารถนำความรู้

ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับไปใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษาสามารถทำวิจัยต่อได้ รวมถึงทำให้มีระบบการพัฒนาบุคลากรร่วมกันในสถานศึกษาโดยครูได้ทำงานร่วมกันในการ เป็นที่ปรึกษาวิจัยให้นักศึกษามีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันในสถานศึกษาทำให้เกิด องค์กรแห่งการเรียนรู้

Ibrahim (2013) ได้ศึกษาผลของแผนผังความคิดแบบดิจิทัล (digital mind maps) ต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ (science achievement) ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ในประเทศซาอุดีอาระเบีย (Saudi Arabia) กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนหญิงจำนวน 44 คน ทำการศึกษาวิจัยในภาคการเรียนที่ 2 ของปีการศึกษา 2012/2013 โดยนักเรียนถูกแบ่งกลุ่ม แบบสุ่มออกเป็น 2 กลุ่มการทดลองที่ได้รับการทดลองวิจัยแตกต่างกัน กลุ่มแรกใช้แผนผัง ความคิดแบบดิจิทัลระหว่างกระบวนการเรียน ขณะที่กลุ่มที่สองใช้แผนผังความคิด (paper mind maps) ผลการวิจัย พบว่า การใช้แผนผังความคิดแบบดิจิทัลมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางด้าน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากผลการวิจัยที่ได้จึงสามารถสรุปได้ว่า การใช้แผนผังความคิดแบบดิจิทัลสำหรับนักเรียนซาอุดีอาระเบียระดับประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถช่วยในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

Akinbobola and Afolabi (2010) ได้ศึกษาวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skills) ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในแอฟริกาตะวันตกที่มีการ ให้ประกาศนียบัตรรับรองการทดสอบปฏิบัติวิชาฟิสิกส์ในประเทศไนจีเรีย ในช่วงเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี 1998-2007 โดยในการศึกษานี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยแบบ ex-post facto design พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่โดดเด่นที่ถูกวิเคราะห์นอกเหนือจาก 15 ทักษะที่ใช้ใน การศึกษานี้คือ การจัดกระทำข้อมูล (manipulating data) 15% การคำนวณ (calculation) 14% การบันทึกข้อมูล (recording) 14% การสังเกต (observation) 12% และการสื่อความหมาย ข้อมูล (communicating data) 11% จากงานวิจัยนี้พบว่าผู้เรียนมีทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานสูงกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน โดยคิดเป็น 63% และ 37% ตามลำดับ และนอกจากนี้ผู้เรียนยังมีทักษะต่างๆ ในทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานต่างๆ สูงกว่าทักษะต่างๆ ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้น ผสมผสานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นทางโรงเรียนจึงควรเพิ่มการฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานเข้าไปในการทดสอบปฏิบัติวิชาฟิสิกส์ของโรงเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนปลายในแอฟริกาตะวันตกของประเทศไนจีเรียให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนมี ความสามารถในการสร้างสรรค์ มีทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการคิดอย่างไตร่ตรอง พินิจ พิจารณา และมีเหตุผลมากขึ้น เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งขั้นพื้นฐานและขั้น ผสมผสาน เป็นทักษะกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดี่ ขึ้น และนำไปสู่การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของชาติอย่างมั่นคงและยั่งยืนต่อไป

Subahan and Arsad (2010) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะวิจัยของนักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาของประเทศมาเลเซีย โดยนักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนทักษะวิจัยไปพร้อมกับการทำโครงการ (project work) ตามหัวข้อที่สนใจ ซึ่งเป็นงานส่วนหนึ่งของวิชาสังคมศาสตร์ จากการวิจัยพบว่า นอกจากนักเรียนมีความสนุกสนานต่อโครงการที่ทำแล้วนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับนำไปใช้ประโยชน์ และนักเรียนยังมีทักษะการวิจัยและได้รับประสบการณ์ในการทำวิจัยอีกด้วย

Aydin, et al. (2007). ได้ศึกษาการใช้แผนผังความคิด (mind map) และทฤษฎีพหุปัญญา (theory of multiple intelligences) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสอนวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญที่ต้องเปลี่ยนเป็นแนวความคิดสมัยใหม่ (modern approaches) ในการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) และการเรียนรู้อย่างถาวร (permanent learning) โดยทฤษฎีพหุปัญญามีความสำคัญต่อการแสดงออกของลักษณะเฉพาะตัวส่วนบุคคลและทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในห้องเรียนวิทยาศาสตร์อย่างแข็งขัน ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว รูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียนจำเป็นต้องใช้เทคนิคและวิธีการสอนที่แตกต่างกัน ซึ่งในการเตรียมแผนการสอนนั้นได้เน้นการทำกิจกรรมที่กระตุ้นผู้เรียนที่มีพหุปัญญาที่แตกต่างกัน การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เน้นไปที่การจัดกิจกรรมที่มีพื้นฐานบนทฤษฎีพหุปัญญาที่เกี่ยวข้องกับ “ การจำแนกสสารและการเปลี่ยนรูปของสสาร ” ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และใช้แผนผังความคิดเป็นเทคนิคการสอนในแผนการสอน ทำการวิเคราะห์ความสำคัญของแผนผังความคิดและทฤษฎีพหุปัญญา จากการศึกษายังพบว่า แผนผังความคิดมีประสิทธิภาพต่อการเรียนรู้ที่มีความหมาย และการใช้พหุปัญญาด้านต่างๆ มีประสิทธิภาพสูงเทียบเท่ากับผู้เรียนใช้สมองผสมผสานกันทั้งสองด้านเพื่อการทำงานอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ แผนผังความคิดยังสามารถพัฒนาพหุปัญญาด้านต่างๆของผู้เรียนได้ และการใช้ แผนผังความคิดภายในทฤษฎีพหุปัญญาสามารถช่วยด้านการสอนทางวิทยาศาสตร์ได้

Myers and Dyer (2005) ได้ศึกษาผลของการผสมผสานการปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มสิ่งทดลองที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย 3 ระดับคือ วิชาที่ไม่มีการทำปฏิบัติการ วิชาที่มีการสาธิตการทดลอง แต่ไม่ได้ปฏิบัติการทดลองจริง (prescriptive laboratory) และวิชาที่มีการทำปฏิบัติการที่มีการวิเคราะห์ และปฏิบัติการทดลองจริง โดยมีการออกแบบการวิจัย เป็นแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน วิธีการสอน ลักษณะของเชื้อชาติหรือกลุ่มชนที่เหมือนกันหรือต่างกัน (ethnicity) ของนักเรียนพบว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียนด้านเนื้อหาความรู้ และ คะแนนการทดสอบก่อนเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 33% ของค่าความแปรปรวนของคะแนนที่ได้ในด้านเนื้อหาความรู้ของนักเรียน ส่วนรูปแบบการเรียนรู้ เพศ วิธีการสอน คะแนนการทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 36% ของค่าความแปรปรวนของ

คะแนนที่ได้ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนที่ถูกสอนโดยใช้เนื้อหาความรู้เป็นหลัก หรือ นักเรียนที่ได้ฝึกปฏิบัติทดลองจริง ได้คะแนนความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่า นักเรียนที่ถูกสอนโดยใช้การสาธิตการปฏิบัติการทดลอง

Walters and Soyibo (2001) ได้ศึกษาวิเคราะห์ระดับของพฤติกรรมของนักเรียนมัธยมศึกษา Jamaican ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (integrated science process skills) และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยที่ได้โดยเชื่อมโยงกับปัจจัยต่างๆ คือ เพศ ระดับชั้นเรียน สถานที่ตั้งของโรงเรียน ประเภทของโรงเรียน ประเภทของนักเรียน และพื้นหลังทางเศรษฐกิจและสังคม (socio-economic background (SEB)) กลุ่มตัวอย่างนักเรียนที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 305 คน ประกอบด้วยนักเรียนผู้ชาย 133 คน ผู้หญิง 172 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 จำนวน 146 และ 159 คน ตามลำดับ เป็นนักเรียนในโรงเรียนมัธยมแบบ traditional high school จำนวน 150 คน และนักเรียนในโรงเรียนมัธยมแบบ comprehensive high school จำนวน 155 คน นักเรียนจำนวน 64 คน มาจาก Reform of Secondary Education (ROSE) project และนักเรียนจำนวน 141 คนมาจาก non-ROSE นอกจากนี้ในกลุ่มตัวอย่างยังแบ่งลักษณะเป็นนักเรียนของโรงเรียนในเมือง และชนบท จำนวน 166 คน และ 139 คน ตามลำดับ และเป็นนักเรียนที่มีพื้นหลังทางเศรษฐกิจและสังคมสูงและต่ำ จำนวน 110 คน และ 195 คน ตามลำดับ การเก็บข้อมูลวิจัยมาจากผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน พบว่าคะแนนเฉลี่ยมีค่าต่ำ และไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ โดยพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีค่าลดลงในทักษะการแปลผลข้อมูล การบันทึกข้อมูล การลงความเห็นข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และการบ่งชี้ตัวแปร ซึ่งผลวิเคราะห์พฤติกรรมมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่มีพื้นฐานมาจาก ระดับชั้น การศึกษา ประเภทโรงเรียน ประเภทนักเรียน และ พื้นหลังทางเศรษฐกิจและสังคม โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นนักเรียนจากโรงเรียนมัธยมแบบดั้งเดิมเป็น ROSE students และมีพื้นหลังทางเศรษฐกิจและสังคมสูง พบว่ามีค่าระดับของพฤติกรรมของนักเรียนสูงกว่า และเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของระดับพฤติกรรมของนักศึกษา กับปัจจัยต่างๆ ข้างต้น พบว่ามีความสัมพันธ์กันในเชิงบวก ระดับพฤติกรรมและประเภทของโรงเรียนมีค่าความสัมพันธ์กันสูง แต่ความสัมพันธ์ระหว่างประเภทนักเรียน ระดับชั้นเรียน และพื้นหลังทางเศรษฐกิจและสังคมกับพฤติกรรมมีค่าต่ำ