



การพัฒนาแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

DEVELOPMENT OF ROBOTICS LEARNING MODEL USING THE 7E LEARNING CYCLE TO
ENHANCE CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITIES

นางสาวศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี *

Sasithorn Sriwongyaddee

รศ.ดร.เนาวนิตย์ สงคราม **

Assoc. Prof. Noawanit Songkram Ph.D.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยอยู่ในช่วงของการวิจัยระยะที่ 1 คือ การพัฒนาแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบฯ และศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อแบบฯ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีคุณสมบัติเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 6 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ และแบบประเมินรูปแบบฯ

พบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (3) ขั้นอธิบาย (4) ขั้นขยายความรู้ (5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (6) ขั้นประเมิน และ (7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ทำความเข้าใจปัญหา (2) จำลองความคิด (3) ตัดสินใจและดำเนินการ และ (4) สนับสนุนคำตอบ ผลการประเมินรูปแบบพบว่า ในการพัฒนาแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีความเหมาะสมในระดับมาก ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสำหรับการนำแบบไปประยุกต์ใช้ว่ามีความน่าสนใจ แต่ต้องพิจารณาเรื่องของระยะเวลาในการใช้ และมีความคิดเห็นต่อการนำแบบไปใช้ในสถานการณ์จริงว่าควรระบุการประเมินนักเรียนที่ชัดเจน

* นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: hongyok.ss@gmail.com

**อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E-mail Address: noawanit_s@hotmail.com

Abstract

The purpose of this research was to develop robotics learning model using the 7E learning cycle to enhance creative problem solving ability. The subjects of the survey consisted of 6 experts in robotics experts, instructional design experts and creative problem solving experts. The research instruments use in this study consisted of an expert's interview form and the model evaluation form.

The developed model consisted of seven phases as follows: 1) Engagement phase; 2) Exploration phase; 3) Explanation phase; 4) Elaboration phase; 5) Exchange phase; 6) Evaluation phase; and 7) Extension phase. The importance of robotics learning model using the 7E learning cycle to enhance creative problem solving abilities consisted of 4 components: 1) understanding the challenge; 2) generating ideas; 3) deciding for action; and 4) supporting solutions. Evaluation results showed that the model is very appropriate and the experts have commented for the use of the model to be interesting, but consider the time of use and had opinions for the model in real situations to specify more clearly the evaluation of students.

คำสำคัญ: วัฏจักรการเรียนรู้ 7E / โปรแกรมหุ่นยนต์ / ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

KEYWORDS: THE 7E LEARNING CYCLE / ROBOTICS / CREATIVE PROBLEM SOLVING

บทนำ

จากเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยในปัจจุบัน เดิมจากยุคเกษตรกรรมสู่ยุคอุตสาหกรรมจนกระทั่งได้ก้าวเข้าสู่โลกยุคดิจิทัลอย่างเต็มตัว ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้การดำรงชีวิตรวมทั้งภาวะทางเศรษฐกิจดำเนินไปอย่างรวดเร็ว การติดต่อสื่อ การเข้าถึงแหล่งข้อมูลผ่านโลกออนไลน์มีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้คุณลักษณะของเด็กเปลี่ยนแปลงไปประกอบกับการปรับตัวและแก้ปัญหาของมนุษย์เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ ความสามารถและทักษะการแก้ปัญหาจึงเป็นคุณลักษณะที่พึงมีในสังคมปัจจุบัน เพราะในสังคมปัจจุบันเป็นสังคมที่ซับซ้อน ก้าวกระโดด การเรียน การทำงานจึงย่อมประสบปัญหาไม่ว่าจะเป็นปัญหาเกี่ยวกับความรู้สึก ปัญหาที่เป็นรูปธรรม ปัญหาที่เป็นเสมือนอุปสรรคให้กับบุคคลใดบุคคลหนึ่งไม่ไปถึงเป้าหมายนั้น บุคคลที่มีความสามารถในการแก้ปัญหานั้นย่อมมีโอกาสที่จะไปสู่เป้าหมายที่ดีได้กว่าผู้ที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ความสามารถในการแก้ปัญหาจึงสามารถฝึกฝนได้และการฝึกฝนนี้จะความสามารถหนึ่งที่ครูผู้สอนพึงรู้ เพื่อที่จะนำไปพัฒนาและปลูกฝังให้กับผู้เรียนสามารถดำรงตนได้อย่างมีคุณภาพ เตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21

แนวทางการจัดการศึกษาไทยมีส่วนมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่จะบังเกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน ดังจะเห็นได้จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ที่ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้สามารถดำรงตนอย่างมีคุณธรรม และมี

ความรอบรู้เท่าทัน พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะและความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต โดยสมรรถนะที่นักเรียนพึงมี ได้แก่ ความสามารถในการคิด เช่น คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดอย่างเป็นระบบ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นต้น อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2549) แนวทางดังกล่าวจึงสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ในประการแรกคือ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณธรรม รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะทางเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมอย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ครูผู้สอนจึงได้เล็งเห็นถึงกระบวนการในการจัดการเรียนรู้มากขึ้น โดยเริ่มจากการเน้นกระบวนการมากกว่าเนื้อหา ได้แก่ กระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางเทคโนโลยี เป็นต้น จุดหมายปลายทางของครูผู้สอนล้วนมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถพัฒนาตนได้อย่างมีคุณภาพ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยได้พบปัญหาทางการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีลดลงในทุกระดับ อีกทั้งการประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติอันได้แก่ การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐาน โดยผลการทดสอบบ่งชี้ว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย และประเด็นปัญหาสำคัญประการสุดท้ายคือ การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่สนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติทั้งในปริมาณและคุณภาพซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูงในอนาคต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ได้เล็งเห็นความจำเป็นในการเร่งพัฒนา กำลังคนที่ไม่เพียงแต่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต้องสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ดังกล่าวในการดำรงชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ อีกทั้งทักษะที่พร้อมสำหรับโลกในศตวรรษ ที่ 21 กล่าวคือ เป็นผู้ที่มีทักษะ ด้านชีวิตและอาชีพ ซึ่งทักษะต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการส่งเสริมการทำงานและประกอบอาชีพ ทักษะดังกล่าวถือเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยเสริมสร้างให้เป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างอัตรากำลังเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลผลิต ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) จึงได้ประยุกต์ ปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้เน้นความรู้และทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพ ในเศรษฐกิจและในสังคมยุคที่มีการแข่งขันสูงโดยได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาเผยแพร่ให้กับสถานศึกษา หน่วยงานทางด้านการศึกษาและบุคลากรการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา รวมทั้งเห็นความสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีต่อไป (ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ, 2257)

การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนไทยในรูปแบบของการบูรณาการที่จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ทักษะในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ถือเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ที่ครูและนักเรียนต้องปรับตัวและเปลี่ยนแปลงต่อวิธีการเรียนการสอน ครูควรมีสื่อที่ีความน่าสนใจมาช่วยดึงดูดให้นักเรียนเข้าสู่กระบวนการกิจกรรมก่อน จากนั้นนักเรียนจะค่อย ๆ ซึมซับความรู้และทักษะจากการทำกิจกรรมอย่างไม่รู้ตัว เช่น ของเล่น เกมส์ วิดีทัศน์ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่จะเป็นตัวช่วยให้เห็นถึงสื่อที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมเพิ่มเติมได้ การบูรณาการความรู้ต่าง ๆ ด้วยหุ่นยนต์จะเห็นได้ว่าสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้รับนั้นไม่ใช่แค่วิชาความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ หรือวิชาคอมพิวเตอร์เท่านั้นแต่ยังมีความรู้ด้านอื่น ๆ รวมอยู่ด้วย เช่น ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จะได้ความรู้ในเรื่องชิ้นส่วนและการประกอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การคำนวณพลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า แรงเสียดทาน ความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จะได้ความรู้เรื่องการแก้ปัญหา โดยในขั้นตอนดังนี้ การวิเคราะห์และกำหนดรายละเอียดของปัญหา การเลือกเครื่องมือและออกแบบขั้นตอนวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา การตรวจสอบ และการปรับปรุง การถ่ายทอดความคิดในการแก้ไขปัญหาย่างมีขั้นตอน รวมไปถึงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม เช่น การวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบโปรแกรม การเขียนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการจัดทำเอกสารประกอบการเขียนโปรแกรมในด้านงานต่าง ๆ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ความรู้ในส่วนนี้จำเป็นมากต่อการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพราะไม่ว่าจะเป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นยนต์หรือเขียนโปรแกรมอื่น ๆ ขึ้นมาใช้ งานต้องใช้ความรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ในการเขียนโค้ด เช่น เรื่องเหตุผล จำนวนสมการ การทดลองสุ่ม สถิติ เป็นต้น หุ่นยนต์ จึงเป็นสื่อการเรียนรู้อีกชนิดหนึ่งที่สามารถเป็นตัวกลางในการเชื่อมโยงความรู้บูรณาการสาระต่าง ๆ สำหรับนักเรียนได้เป็นอย่างดีและยังเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งยังตอบสนองต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มที่จะนำพาให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมให้ผลผลิตใหม่ ๆ ได้เช่นกัน

(นิรมิข เพียรประเสริฐ, 2556)

การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ จึงเป็นการแก้ปัญหารูปแบบหนึ่งที่มีมุ่งหาคำตอบรวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยเป็นทำงานร่วมกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณ์ญาณ และการคิดในรูปแบบต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ จนถึงระยะหนึ่งจึงพิจารณาความคิดเหล่านั้นเพื่อทำการเลือกและประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นได้วิธีที่ดีที่สุด จากนั้นวางแผนการแก้ปัญหานั้นและจึงนำไปแก้ปัญหานั้นโดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหานั้นและควบคุมตนเองได้ ด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์ การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ แนวทางการแก้ปัญหาก็มีวิธีหนึ่ง ซึ่งผ่านการศึกษาและวิจัยมาว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหานั้นที่อิงกับสาระการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยฝึกให้ทำความเข้าใจกับปัญหา ฝึกการมองปัญหาโดยใช้ทั้งความรู้สึกและมุ่งแก้ปัญหานั้น ทำให้การดำเนินการแก้ปัญหานั้นมีประสิทธิภาพ (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554)

ผู้วิจัยได้พิจารณาปัญหาข้างต้นและการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์นั้นคือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

เนื่องจากการแก้ปัญหาต้องมีการดำเนินการตามขั้นตอน ผู้แก้ปัญหาต้องทำความเข้าใจปัญหาผ่านการสืบเสาะหาความรู้ แล้วจึงวางแผนแก้ปัญหา อาจมีความจำเป็นที่จะต้องย้อนกลับมาพิจารณาปัญหาเพื่อทำความเข้าใจกับปัญหาให้มากขึ้น หรือทำความเข้าใจกับปัญหาใหม่จนกว่าจะเกิดข้อค้นพบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบกับเหตุผลที่ว่าเด็กไทยในปัจจุบันยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เต็มตามศักยภาพ ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหานี้ คือ การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม เน้นผู้เรียนให้ฝึกคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แสวงหา และสรุปสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การที่ผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E โดยเป้าหมายที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E คือ เน้นความสำคัญของการถ่ายโอนความรู้ ให้นักเรียนเป็นผู้ควบคุมและนำตนเองดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชานั้น ๆ (Wilson, 1993; รุจภา ประถมวงษ์ สมบัติ ท้ายเรือคำ และประสาธ เนืองเฉลิม, 2552; สุนัษชา ศุภธรรมวิทย์, 2556)

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อที่จะได้นำรูปแบบฯ จากการวิจัยครั้งนี้ไปพัฒนาในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีขั้นตอนในการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ อันได้แก่ ระยะที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ระยะที่ 2 การศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบฯ และระยะที่ 3 คือ การนำเสนอรูปแบบฯ โดยในบทความฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนและองค์ประกอบเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งอยู่ในระยะที่ 1 ของการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญและทรงคุณวุฒิที่มีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญและทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชาสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม รายวิชา หุ่นยนต์ จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และผู้เชี่ยวชาญด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพิจารณาโดยให้คะแนนความเหมาะสมตามที่เห็นสมควร

2. แบบประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีเกณฑ์การประเมินตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบฯ 2) ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ตามรูปแบบฯ 3) การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ และ 4) การใช้งานรูปแบบฯ

ขั้นตอนในการดำเนินการ

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ซึ่งประกอบด้วย ความหมาย ความเป็นมา ขั้นตอนของรูปแบบ บทบาทของครูและนักเรียน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

1.2 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ ความรู้เรื่องหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้หุ่นยนต์ทำงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกับการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์

1.3 ศึกษาข้อมูลแนวคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย ความหมายของการแก้ปัญหา ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความเป็นมา แนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ขั้นตอนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ความแตกต่างระหว่างการแก้ปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คุณสมบัติของนักคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. นำข้อมูลสาระสำคัญที่ได้จากการศึกษา มาสังเคราะห์ในด้านทฤษฎีและแนวคิด แล้วร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4. นำร่างรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านมีคุณสมบัติในความเชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ ด้านการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มาเป็นระยะเวลา 5 ปี และหรือเป็นผู้ที่มีผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินรับรองร่างรูปแบบฯ ในด้านความเหมาะสมของรูปแบบฯ โดยใช้เกณฑ์การประเมินตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) ภาพรวมของรูปแบบฯ 2) ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ตามรูปแบบฯ 3) การประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ และ 4) การใช้งานรูปแบบฯ

5. ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน

6. ดำเนินการทดลองใช้รูปแบบฯ โดยเป็นแบบวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) แบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียว มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group Pretest and Posttest Design) มีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

6.1 ครูดำเนินการทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ในรายวิชา หุ่นยนต์ จำนวน 2 คาบต่อ 1 สัปดาห์ รวมระยะเวลาประมาณ 6 สัปดาห์ หรือ 10 ชั่วโมง โดยในสัปดาห์ทุก ๆ สองสัปดาห์ ครูจะดำเนินการสอนตามขั้นตอนของรูปแบบฯ โดยครูเริ่มด้วยการปฐมนิเทศในรายวิชา และให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียน เป็นแบบคู่ขนาน จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

6.2 สัปดาห์ที่ 1-2 ครูดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยที่ 1 คือ รู้จักหุ่นยนต์ โดยครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากใบงาน และการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ รวมระยะเวลาประมาณ 150 นาที หรือ 2 ชั่วโมง 30 นาที

6.3 สัปดาห์ที่ 2-3 ครูดำเนินการสอนต่อด้วยแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยที่ 2 คือ การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ โดยครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากใบงาน และการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับโปรแกรมหุ่นยนต์ รวมระยะเวลาประมาณ 150 นาที หรือ 2 ชั่วโมง 30 นาที

6.4 สัปดาห์ที่ 3 ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยที่ 3 คือ หุ่นยนต์พิชิตเขาวงกต โดยครูประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์ ใช้เวลาประมาณ 300 นาที หรือ 5 ชั่วโมง

6.5 สัปดาห์สุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้น ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นแบบคู่ขนาน จำนวน 3 ข้อ ใช้เวลาประมาณ 30 นาที

6.6 ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ โดยใช้การพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหา ประเด็นสำคัญที่ได้รับจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเทียบกับแนวคิดหลักแล้วนำมาปรับขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินรับรองรูปแบบ ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้มีความสมบูรณ์
3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่าง ใช้สถิติทดสอบความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่ม แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent) สูตรที่ใช้คำนวณค่าที (t-test)
4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ใช้สถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความคิดเห็นและการบรรยายเป็นความเรียง

ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยอยู่ในช่วงระยะที่ 1 คือ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบฯ ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการพัฒนารูปแบบฯ ผลที่ได้จากการศึกษาแนวคิดหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ สรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) คือ ขั้นตอนที่ครูต้องกระตุ้นให้มีความสนใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจให้มีความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการสนทนาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา ครูจะเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถามหรือปัญหาเพื่อให้นักเรียนได้คิดเพื่ออยากที่หาคำตอบ พฤติกรรมที่ครูคาดหวังในขั้นนี้คือนักเรียนจะมุ่งเน้นไปที่ปัญหาของสถานการณ์หรือเหตุการณ์นั้น

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนต้องกระทำด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นคือการ ค้นหา สำรวจข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วทำการรวบรวม ข้อมูล เพื่อที่จะนำคำตอบนั้น ๆ มาศึกษาทดลองเพื่อพัฒนาเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาต่อไป

1.3 ขั้นตอนอธิบาย (Explanation Phase) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลเรียบเรียง แล้วนั้น สิ่งที่นักเรียนจะดำเนินการต่อไปเป็นการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นที่จะแก้ปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนอาจจะอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาออกมาในรูปของการเขียน Flowchart บทบาทของครูก็จะเป็นผู้ อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาระหว่างที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่แตกต่างกัน เป็นขั้นทดสอบความสามารถของนักเรียนว่าเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งจะทำให้ นักเรียนได้ พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้ กับบริบทอื่น ๆ ได้

1.5 ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase) คือ ขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องนำเสนอผลงาน หรือแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองอาจมีการสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนร่วมชั้น หรือได้รับ ข้อเสนอแนะจากครู

1.6 ขั้นประเมิน (Evaluation Phase) คือ ขั้นตอนที่ครูจะมีหน้าที่หลัก เมื่อนักเรียนได้นำเสนอ พร้อมทั้งทำการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้แล้วนั้น ครูจะทำการประเมินอย่างเป็นทางการ เพื่อสามารถนำไปปรับปรุง แก้ไขต่อไป

1.7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) คือ ขั้นตอนที่เป็นการความหวังของครูที่จะเห็น นักเรียนสามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับ ปัญหาต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ

2. เครื่องมือในการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ประกอบด้วย

2.1 ชุดหุ่นยนต์

2.2 สื่อวีดิทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์

2.3 บทเรียนหุ่นยนต์ออนไลน์

2.4 ใบงานเกี่ยวกับหุ่นยนต์

2.5 เว็บไซต์สำหรับการสอน

3. ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการ เรียนรู้ 7E ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the challenge) คือ การเชื่อมโยง สร้างสรรค์ โอกาส และสำรวจตรวจสอบข้อมูลที่เป็นสาเหตุของปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพยายามตั้งคำถามในมุมมองที่แตกต่าง กันเพื่อที่จะสามารถเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น เพื่อให้เกิดความกระจ่างเกี่ยวกับสภาพบริบทของปัญหานั้น ๆ

3.2 จำลองความคิด (Generating ideas) คือ การวางแผนจำลองความคิดลำดับขั้นในการ แก้ปัญหาผ่านการเขียนผังงาน (Flowchart) โดยต้องใช้ความคิดแบบอนกนัยที่ต้องการความคิดคล่องแคล่ว คือ

คิดหาคำตอบให้ได้ปริมาณมาก ความคิดยืดหยุ่น คือคิดได้หลาย ๆ รูปแบบ ความคิดริเริ่ม คือเป็นความคิดที่แปลกใหม่ และไม่ซ้ำใคร

3.3 ตัดสินใจเพื่อดำเนินการ (Deciding for action) คือ การประเมินสถานการณ์หรือภารกิจปัญหา เป็นการเลือกวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาว่ามีความสอดคล้องกับเป้าหมายที่ต้องการหรือไม่ จากนั้นจึงใช้องค์ความรู้ที่มีเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ดำเนินการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

3.4 สนับสนุนคำตอบ (Supporting solutions) คือ การสร้างการยอมรับกับแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง โดยในการสนับสนุนคำตอบนั้นต้องได้รับการประเมินจากบุคคลอื่น ๆ ว่าแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นสามารถทำให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้

ตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

จากการประเมินรับรองรูปแบบฯจากผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินรูปแบบฯ ผู้วิจัยจึงศึกษาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำไปปรับแก้ก่อนนำรูปแบบฯ ไปใช้ในสถานการณ์จริง สรุปรายละเอียดได้ตามหัวข้อในการประเมินดังนี้

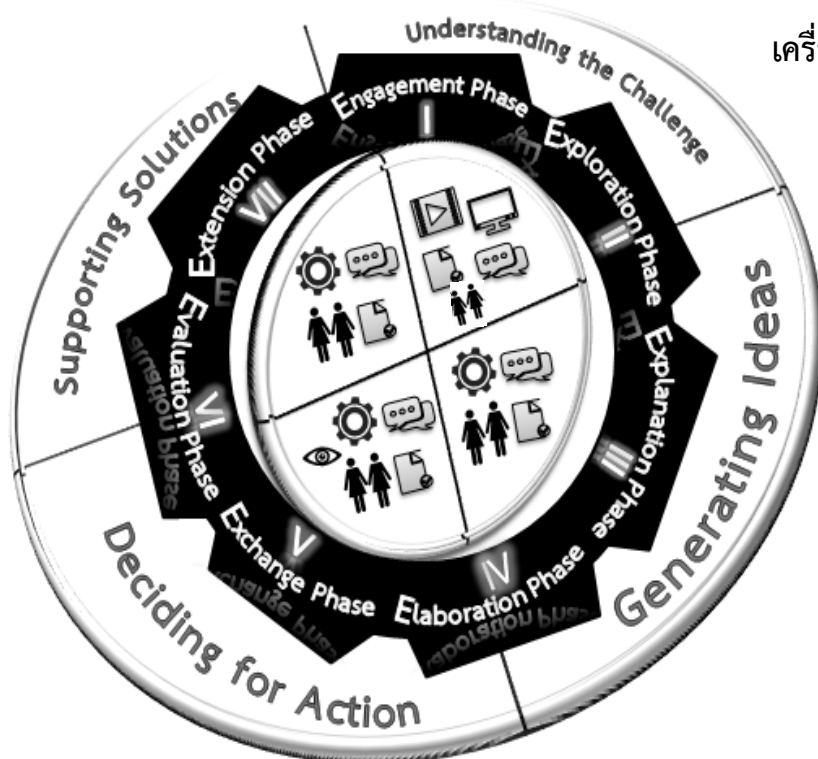
1. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับภาพรวมของรูปแบบฯ เขียนบรรยายรายละเอียดของรูปแบบฯ แต่ละขั้นตอน เช่น การใช้งาน สื่อ บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ กลยุทธ์การเรียนการสอน การประเมิน เป็นต้น และระบุวิธีการและขั้นตอนการประเมินผล ชี้แจงการประเมินว่าจะประเมินด้วยวิธีใดในขั้นใด และเป็นการประเมินเพื่อรายงานผลในลักษณะพัฒนาผู้เรียนให้มีความก้าวหน้า

2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ระบุรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะใช้ ขั้นตอน ระยะเวลา เครื่องมือที่จะใช้ในการเรียน การเตรียมความพร้อม และการทดสอบก่อนและหลังเรียนควรเป็นการทดสอบที่วัดความสามารถมากกว่าการทดสอบที่วัดผลสัมฤทธิ์

3. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนตามรูปแบบฯ ระบุเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการทำกิจกรรมและการทำใบงาน และระบุประเด็นวัตถุประสงค์ในการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

4. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้งานของรูปแบบฯ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เริ่มจากการให้ผู้เรียนทราบและรับรู้ประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข ให้อิสระในการคิดหาแนวทางแก้ปัญหา ด้วยกระบวนการสร้างสรรค์ หาข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูล มีวิธีการคิดสร้างสรรค์ที่หลากหลายทั้งการเปรียบเทียบ การระดมสมอง การใช้คำถาม และการใช้ระยะเวลากับการคิดช่วงหนึ่งเพื่อให้เกิดการตกตะกอนทางความคิด แล้วจึงตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับบริบทมากที่สุด

รูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นำเสนอผังแผนภาพนี้



เครื่องมือในการเรียนรู้ตามรูปแบบ ฯ

-  : ชุดหุ่นยนต์
-  : บทเรียนหุ่นยนต์ออนไลน์
-  : วิดีทัศน์เสริมความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์
-  : ใบงานเกี่ยวกับหุ่นยนต์
-  : เว็บไซต์สำหรับการสอน
-  : นักเรียน
-  : กิจกรรมคู่/กลุ่ม
-  : กิจกรรมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

- | | | |
|---|---|--|
| 1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) | → | ทำความเข้าใจปัญหา (Understand the challenge) |
| 2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) | → | จำลองความคิด (Generating ideas) |
| 3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) | → | ตัดสินใจเพื่อดำเนินการ (Deciding for action) |
| 4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) | → | สนับสนุนคำตอบ (Supporting solutions) |
| 5. ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase) | → | |
| 6. ขั้นประเมิน (Evaluation Phase) | → | |
| 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) | → | |

อภิปรายผล

ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัย โดยแบ่งประเด็นตามขั้นตอนของการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ไร่ัความสนใจ (Engagement Phase) ในขั้นตอนนี้ครูมีหน้าที่หลัก คือต้องกระตุ้นให้ความสนใจให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจให้มีความอยากรู้อยากเห็น หรือเป็นการสนทนาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา Eisenkraft (2003) กล่าวว่า ในขั้นไร่ัความสนใจ จะช่วยให้นักเรียนนำความรู้ที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และทำให้รู้ว่าตัวนักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อน ก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ โดยบทบาทของครูจะเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถามหรือปัญหากระตุ้นให้คิด เพื่อให้นักเรียนได้คิดเพื่อย่อยากที่หาคำตอบ พฤติกรรมที่ครูคาดหวังในขั้นนี้คือ อยากรู้คำตอบหรือแสดงความคิดเห็น เสนอประเด็นสถานการณ์ที่ต้องการทราบ มุ่งเน้นไปที่ปัญหาของสถานการณ์หรือเหตุการณ์นั้น ๆ ในส่วนนี้จะสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในการรับรู้ปัญหาจากการสถานการณ์ที่ครูให้หรือสิ่งที่ต้องการทราบจากการไร่ัความสนใจของครู นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา ต้องตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลคือ ใคร อะไร ที่ไหน อย่างไรและทำไม เพื่อให้ได้ความกระจ่างเกี่ยวกับสภาพบริบทของปัญหาและทำความเข้าใจในสิ่งที่ท้าทายและโอกาสที่ดีที่ทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น และพัฒนางแผนสำหรับการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป (Isaksen, 2011)

ขั้นที่ 2 สำรวและค้นหา (Exploration Phase) ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือเมื่อนักเรียนทราบประเด็นปัญหา ขั้นตอนที่ต้องกระทำด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบนั้นคือการ ค้นหา สำรวข้อเท็จจริงต่าง ๆ แล้วทำการรวบรวม ข้อมูล เพื่อที่จะนำคำตอบนั้น ๆ มาวางแผนพัฒนาสร้างเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ต่อไป ในขั้นสอนของครูขั้นนี้จึงสอดคล้องกับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาและสามารถในการจำลองความคิดที่จะเกิดขึ้นตามมา โดยทั้ง 2 ความสามารถถือเป็นส่วนหนึ่งของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในบริบทของนักเรียนเมื่อได้รับการกระตุ้นจากครูแล้วนั้น นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ค้นหาข้อเท็จจริงที่มีความสัมพันธ์เพื่อรวบรวมนำมาสร้างเป็นแนวคิดของตนเองเพื่อความเข้าใจง่ายขึ้นบวกกับการจัดการเรียนเกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่เน้นพัฒนาทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ครูจึงบูรณาการการสอนใช้วิธีการวางแผนผ่านการจำลองความคิด คือให้นักเรียนวางแผนคิดวิธีการในการแก้ปัญหาผ่านการเขียนผังงานหรือการเขียน Flowchart ทั้งนี้ในบริบทของครูต้องทำหน้าที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ร่วมกันระดมสมองรวบรวมความคิดเพื่อหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาที่มีลักษณะแปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิม และเสนอแนวคิดที่หลากหลาย ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ (ศศิวิทย์ ศรีขานนท์, 2540) ในการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

ขั้นที่ 3 อธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นตอนนี้นักเรียนจะมีบทบาทร่วมกับครู คือเมื่อนักเรียนได้ทำการรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่นักเรียนจะดำเนินการต่อเป็นการจัดกระทำกับข้อมูลเพื่อให้เป็นรูปธรรมมากขึ้นที่จะแก้ปัญหา เช่น ในบทเรียนโปรแกรมหุ่นยนต์ที่นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาตามโจทย์ ในขั้นนี้นักเรียน

อาจจะอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาออกมาในรูปของการเขียน Flowchart บทบาทของครูก็จะเป็นผู้อธิบายวิธีการเขียน Flowchart และคอยให้คำปรึกษาระหว่างที่นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา ในขั้นตอนการอธิบายนี้ความสามารถของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดคือความสามารถในการจำลองความคิด คิดวิธีการวางแผนเพื่อแก้ปัญหาซึ่งตรงกับแนวคิดในงานวิจัยของ สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ที่กล่าวถึงหลักการและแนวปฏิบัติของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในชั้นระดับความคิด โดยนักเรียนจะใช้ความคิดที่สร้างสรรค์ในการหาวิธีการแก้ปัญหาให้มากที่สุด ช่วยกันสร้างวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยการบูรณาการวิธีการของตนกับความคิดของเพื่อนในกลุ่ม เพื่อพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมที่จะนำมาพัฒนาใช้แก้ปัญหาต่อไป โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดนี้ผิดหรือถูก แต่จะเน้นว่าความคิดนี้จะเหมาะสมหรือไม่ก็ต่อเมื่อได้ลงมือแก้ปัญหากับสถานการณ์นั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration Phase) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะมีหน้าที่หลัก คือ นักเรียนจะต้องแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่แตกต่างกัน เป็นขั้นทดสอบความสามารถของนักเรียนว่าเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งจะทำให้ให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้แนวคิดและประสบการณ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้กับบริบทอื่น ๆ ได้ ในขั้นขยายความรู้บริบทของครูนั้นควรส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนในบทเรียนมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจโดยการทำกิจกรรมที่ครูจัดให้ เช่น ในการเรียนรู้ทฤษฎีเกี่ยวกับหุ่นยนต์ สิ่งที่ทำให้นักเรียนได้ขยายความรู้ที่อยู่ในรูปของกิจกรรมการทำใบงาน หรือในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ สิ่งที่ทำให้นักเรียนได้ขยายความรู้คือการบันทึกวิดีโอพร้อมกับการอธิบายหลักการควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น การเรียนรู้ดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ในขั้นความสามารถในการตัดสินใจและดำเนินการ เนื่องจากการทดสอบความรู้ของนักเรียนนั้นเปรียบได้กับการตัดสินใจเลือกแนวทางวิธีการที่จะแก้ปัญหาจากการจำลองความคิดที่ได้วางแผนไว้ ดังแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Treffinger (2004) ฉบับล่าสุด ในขั้นเตรียมก่อนลงมือ (Preparing for action) เป็นการสร้างแนวทางแก้ไขปัญหายุ่งยาก ใช้กลยุทธ์ และเครื่องมือในการวิเคราะห์พัฒนาให้มีแนวโน้มที่เป็นไปได้เพื่อให้แผนการดำเนินงานบรรลุวัตถุประสงค์

ขั้นที่ 5 แลกเปลี่ยนการเรียนรู้ (Exchange Phase) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องนำเสนอผลงาน มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันเป็นการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ในการนำเสนอผลงานไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมใบงานหรือกิจกรรมการควบคุมหุ่นยนต์ ทำให้เห็นถึงแนวทางการแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย โดยสามารถนำเอาความรู้ส่วนนี้มาช่วยสนับสนุนผลงานของตนเองเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในการเลือกคำตอบ เป็นการเสริมแรงตนเอง แต่ทั้งนี้ในการตัดสินใจและดำเนินการผู้แก้ปัญหาจะต้องคำนึงถึงบริบท เงื่อนไขและปัจจัยต่าง ๆ ให้อยู่บนความเหมาะสม มีแนวโน้มที่สามารถแก้ปัญหาได้จริง มีเหตุขั้นตอนและเหตุผลตามแนวคิดในงานวิจัยของ ศศิรัศม์ สริกขานนท์ (2540) ที่นำเสนอแนวทางต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น มาเป็นเกณฑ์ในการให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นระหว่างการแก้ปัญหา ข้อดีของขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้นี้มีงานวิจัยจากนักการศึกษาหลายท่านได้สรุปไว้ว่า นักเรียนจะทำหน้าที่ระบุขั้นตอนและ

กิจกรรมการแก้ปัญหา รวมทั้งปัจจัยสนับสนุน อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหา แล้วออกมา
นำเสนอแผนการแก้ปัญหา เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนแผนการแก้ปัญหาระหว่างกลุ่ม ที่เน้นการอภิปรายระหว่าง
นักเรียนกับนักเรียน (สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2554) ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความเชื่อมโยงที่สอดคล้องกันระหว่าง
กระบวนการขั้นตอนการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ที่ส่งผลทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ได้ในส่วนของความสามารถในการตัดสินใจและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ประเมิน (Evaluation Phase) ในขั้นตอนนี้ครูจะมีหน้าที่หลัก คือเมื่อนักเรียนได้นำเสนอพร้อมทั้ง
ทำการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้จากจัดกิจกรรมรายงานผลการปฏิบัติการกิจด้วยปากเปล่า สรุปองค์ความรู้ทางด้าน
เนื้อหาและสรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหา ครูทำการประเมินอย่างเป็นทางการผ่านแบบประเมินพฤติกรรม
ปฏิบัติงาน ถือเป็นการสะท้อนการเรียนรู้ของนักเรียนอีกรูปแบบหนึ่ง หรือครูให้นักเรียนทำการประเมินผู้ร่วมชั้น
เรียนด้วยกัน โดยให้วิเคราะห์พิจารณาจุดดี จุดเด่นของการแก้ปัญหาหรือจุดบกพร่องของเนื้อหาและกระบวนการ
แก้ปัญหา จากนั้นให้ข้อเสนอแนะข้อสนับสนุน ในส่วนของขั้นตอนการดำเนินการและประเมินการแก้ปัญหานี้มีความ
สอดคล้องกับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์คือการประเมินคำตอบ ตรงกับแนวคิดของ
สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554) ในเรื่องแนวปฏิบัติสำหรับนักเรียน คือนักเรียนสรุปความรู้และขั้นตอนการแก้ปัญหาได้
ซึ่งอาจจะแสดงออกโดยการเล่าให้เพื่อนฟัง นอกจากนี้นักเรียนต้องสามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นได้ว่า
เข้าใจในเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ผ่านมา สามารถให้คำแนะนำหรือปรับใช้เนื้อหาหรือกระบวนการในเรื่องอื่น ๆ ได้

ขั้นที่ 7 นำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นตอนนี้เป็นความความหวังของครูที่จะเห็นนักเรียน
สามารถนำความรู้และแนวทางวิธีคิดไปประยุกต์ปรับใช้สำหรับการดำเนินชีวิตประจำวันเมื่อต้องเผชิญกับปัญหา
ต่าง ๆ หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการเรียนรู้ในรายวิชาเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบที่นักเรียน
ต้องการ ในบริบทของครูจะคอยกระตุ้นนักเรียนในการตั้งข้อคำถามที่มีความเชื่อมโยงกับประสบการณ์ในการ
แก้ปัญหาหรือที่สอดคล้องกับบริบทเดิม ในส่วนนักเรียนประเด็นสำคัญที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาย่าง
สร้างสรรค์คือใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาไปสู่การแก้ปัญหา และต้องมีแนวปฏิบัติ
ที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรมในการนำความรู้ไปใช้ (รจนาภา ประถมวงษ์ สมบัติ ท้ายเรือคำ และประสาธ เนืองเฉลิม,
2552)

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การพัฒนารูปแบบฯ นี้สามารถนำแนวคิด หลักการและขั้นตอนไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนใน
เนื้อหาวิชาอื่นได้ โดยสามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบการเรียนรู้แบบบูรณาการ เนื่องจากการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์นี้
มีความสอดคล้องกับการสอนแบบ STEM Education ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ในการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ เนื่องจากอาจมีข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือ นั่นคือ หุ่นยนต์ ซึ่งบาง
โรงเรียนมีพบปัญหาในเรื่องขาดเครื่องมือ แต่มีความต้องการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ผู้วิจัยขอทางเลือกในการ

เรียนรู้คือ โปรแกรมจำลองในการเขียนควบคุมหุ่นยนต์ ทั้งที่เป็นแบบ Web Education และ Mobile Application ทำให้สามารถจัดการเรียนรู้ได้ไร้ข้อจำกัด

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถจัดได้กับนักเรียนทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้สามารถพัฒนาได้ทุกช่วงวัย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจเปลี่ยนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของตัวอย่างในระดับอื่น เช่น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือระดับอนุปริญญา เป็นต้น

2. ในการวิจัยครั้งต่อไป อาจเปลี่ยนเป็นการวิจัยทดลอง โดยเปลี่ยนกระบวนการในการจัดการเรียนรู้ เช่น จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เปรียบเทียบกับ การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการเชิงวิศวกรรม ในเนื้อหาการโปรแกรมหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

นิรมิข เพียรประเสริฐ. (2556). เรียนรู้แบบ STEM ผ่านหุ่นยนต์สร้างการมีส่วนร่วมของนักเรียน. *นิตยสาร สสวท.*, 42(185), 23-25.

รุจภา ประถมวงษ์ สมบัติ ท้ายเรือคำ และประสาธ เนืองเฉลิม. (2552). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E). *วารสารพหุติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, ปีที่ 1(1).

ศศิริศม์ สริกขกานนท์. (2540). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของทอร์แรนซ์* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). สาขาวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ. *คู่มือหลักสูตรอบรมครูส่งเสริมศึกษา*.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ. (2257). *หลักสูตรอบรมศึกษานิเทศก์*. กรุงเทพมหานคร.

สภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2549). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10*.

- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์ (ปริญญาานิพนธ์ ดุษฎีบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนัชชา ศุภธรรมวิทย์. (2556). การพัฒนารูปแบบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยแท็บเล็ตตามหลักการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนประถมศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Isaksen, S. G., Dorval, K. B., & Treffinger, D. J. (2011). *Creative approaches to problem solving: A framework for innovation and change* (3rd ed.). London, England: SAGE.
- Treffinger, D. J., Isaksen, S.G. & Dorvol, K. B. (2004). *Creative Problem Solving : An Introduction* (4th ed.). Waco Prufrock Press.
- Wilson, W. J., Fernandez, M.J.& Hadaway, N. (1993). *Mathematical Problem Solving*. Retrieved form <http://jwilson.coe.uga.edu/emt725/PSsyn/PSsyn.html>