

แหล่งอ้างอิง

- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524). **วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน**. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- กล้า ทองขาว. (ม.ป.ป). **การจัดการศึกษาฐานชุมชน (Community-based Education Management = CBEM)**. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- จรัส สุวรรณเวลา. (2545). **การศึกษาที่มีวิจัยเป็นฐาน**. ปาฐกถาพิเศษเนื่องในโอกาสวันสถาปนา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งที่ 17.
- ดุสิต โยเหลา และ คณะ. (2557). **การจัดการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย**. กรุงเทพฯ : หจก. ทิพย์วิสุทธิ.
- ทศนา แหมมณี. (2548). **การจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและพัฒนาการศึกษา.
- ทศนา แหมมณี. (2556). **ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียนฉาย กีระนันท์. (2544). **สังคมศาสตร์วิจัย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บำรุง กลัดเจริญ และ ฉวีวรรณ กีนวงศ์. (2527). **วิธีสอนทั่วไป**. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตพิษณุโลก.
- ประเวศ วะสี. (31 กรกฎาคม 2555). **จุดเปลี่ยนมหาวิทยาลัยไทย-จุดเปลี่ยนประเทศไทย**. โพสต์ทูเดย์, น.2.
- พิณสุตา สิริธรรค์. (2555). **การศึกษาที่พึงเสียงประชาชน**. ในการจัดการศึกษาแบบมีส่วนร่วมขององค์กรในชุมชน การศึกษาฐานรากทางเลือกประเทศไทย. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมทางการศึกษา วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. น.12-38.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). **คู่มือการจัดระบบการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้**. พระนครศรีอยุธยา: เทียนวัฒนาพรินต์ติ้ง.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรากรณ์ สามโกเศศ และคณะ. (2553). **ข้อเสนอทางเลือกระบบการศึกษาที่เหมาะสมกับสภาวะคนไทย**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส).
- วิทยากร เชียงกุล. (2550). **อธิบายศัพท์สังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนา**. กรุงเทพฯ: สายธาร.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเต็ม. (2540). **แบบแผนและเครื่องมือวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุคนธ์ สิ้นพานนท์ และคณะ. (2545). **การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานร่วมกับ มหาวิทยาลัยมหิดล บทปฏิบัติการเพื่อพัฒนาศักยภาพครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ “สะเต็มศึกษา” ต้นกล้า Smart Trainer Team
- หลักสูตรกรมอาชีวศึกษา/แบบปฏิบัติการเพื่อพัฒนาคุณภาพครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ “สะเต็มศึกษา: ต้นกล้า Smart Trainer Team”

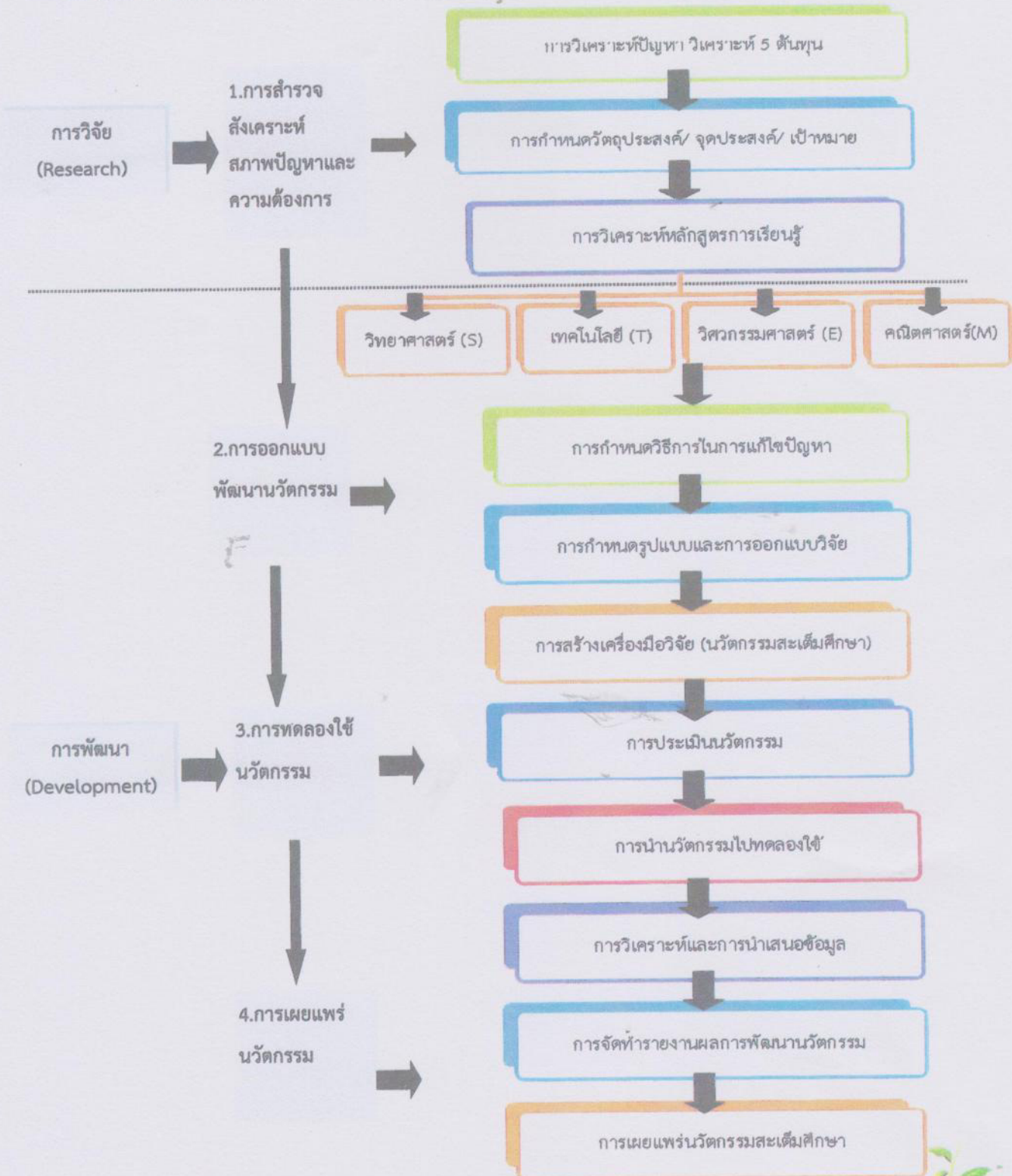
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ (2552). แผนการศึกษาแห่งชาติฉบับปรับปรุง (พ.ศ.2552-2559). กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- อิสระ สุวรรณบล และศรีรัฐ เสงเจริญ. (2557). การศึกษาการจัดการสาธารณะโดยใช้กรณีศึกษา, วารสารวิชาการแพรวภาพสนธิ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภาพสนธิ์, 1(1), 84-85.
- Best, J. W., & Kahn, J. V. (1998). *Research in education*. Boston: Allyn and Bacon.
- Bransford, J.D., A.L. Brown, and R.R. Cocking (Eds.). (1999). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academics Press.
- Brown, James W. (1973). *A.V. Instruction Technology, Media and Methods*. New York: McGraw – Hill.
- Carin, Arthur. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. NewYork: Delma Publisher a Division of International Thomson Publishing Inc.
- Cooney, Thomas J. (1975). *Dynamic of Teaching Secondary School Mathematics*. Boston: Houghton Mifflin.
- Eisenkraft, A. (2003). *Expanding the 5E Model: A Proposed 7E Model Emphasizes Trans of Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding*, *The Science Teacher*, 70 (6), 56-59.
- Herried, C.F. (1997). *What is a case?*, *Journal of College Science Teaching*, 27, 92-94.
- Kerlinger, F. N. (1986). *Foundations of behavioral reseemck*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Manning, S. (2005). *Young leader: Growing through mentoring*, *Gifted Child Today*, 1(28), 15-20.
- Moore, Kenneth D, & Quinn. Cheri. (1994). *Secondary Instructional Method*. University of Virginia: Brown & Benchmark.
- Punch, K(1998). *Introduction to Social Research: quantitative and qualitative approaches*, London: Sage Publications.
- Sykes, G., and Bird, T. (1992). *Teacher education and the case idea*, *Review of Research in Education*, 18, 457-521.
- Wunsch, M.A. (1994). *A checklist for developing, implementing, and assessing mentoring programs*. In M.A. Wunsch (Ed.), *Mentoring revisited: Making an impact on individuals and institutions* (New Directions for Teaching and Learning, no. 57) (pp. 127-130). San Francisco: Jossey-Bass.
- ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. บทบาทของครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมและวิธีการปฏิบัติตามแนวทางของ **Active Learning**. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2559, จาก <http://www.itie.org>
- มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์. การเรียนรู้เชิงลึก **Active Learning**. สืบค้นเมื่อ 13 ธันวาคม 2559 จาก <http://wu.ac.th/backend/myfile/attNewsAL/Manual%20Active%20 Learning.pdf>
- สิริพร ปาณาวงษ์ (2554). **Active learning เทคนิคการเรียนการสอนในศตวรรษที่21**. สืบค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2558, จาก <http://edu.nsrui.ac.th>
- Landsberger, J. **Problem-based learning**. Retrieved February 26, 2017, from <http://studygs.net/pbl.htm>
- Northern Illinois University. **Problem-Based Learning (PBL)**. January 11, 2017, from <http://www.niu.edu/facdev/>



กระบวนการพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา
(Process of Developing STEM Education)

รวบรวมโดย นางพวงทอง แก่นนาคำ

♣ กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา ♣



ภาพที่ 4.2 กระบวนการวิจัยเพื่อพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา

❖ การวิเคราะห์ปัญหาและวิเคราะห์ 5 ต้นทุน ❖

1. **ทุนทางสังคม (Social Capital)** เป็นทุนที่เกิดจากการรวมตัวร่วมคิด ร่วมทำ บนฐานของความไว้วางใจสายใยความผูกพันและวัฒนธรรมที่ดีงามของสังคมไทย ผ่านระบบความสัมพันธ์ในองค์ประกอบหลักได้แก่ คน สถาบัน วัฒนธรรม และ องค์ความรู้ซึ่งจะเกิดเป็นพลังในชุมชนและสังคม Goodwin (2003) ทุนทางสังคมจึงเกิดจากการสั่งสม ปรับเปลี่ยน ต่อยอดพัฒนาและสร้างขึ้นใหม่อยู่ตลอดเวลา การปลูกฝังในเรื่องของคุณธรรมจริยธรรมและคุณค่าของทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่เราก็สามารถอยู่ได้โดยไม่ต้องพึ่งสังคมนิยมให้มาก ค่อยๆ พัฒนาให้เป็นรูปธรรมตามกระบวนการใช้ทรัพยากรอย่างถูกวิธีและให้รู้จักคุณค่าของทรัพยากรให้มากขึ้น นำมาใช้ก็ต้องรู้จักทดแทนและคิดที่จะรักษามันเอาไว้ควรที่จะนำเอาเศรษฐกิจพอเพียงมาปรับใช้กับชีวิตประจำวันและปลูกฝังให้ลูกหลานนำไปปฏิบัติต่อไปในอนาคตที่ยั่งยืน ในยุคโลกาภิวัตน์มีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของคนไทยทุกระดับ เปิดโอกาสการเรียนรู้อย่างไร้พรมแดนนำมาซึ่งค่านิยมที่มุ่งวัตถุ มุ่งความสะดวกสบายรวดเร็ว โดยสังคมไทยปราศจากภูมิคุ้มกันที่ดี ก่อให้เกิดความเสื่อมถอยทางวัฒนธรรมและความสัมพันธ์ที่ดีที่เป็นรากฐานของความสุข ความมั่นคงและความเข้มแข็งของชุมชน (คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2551)

2. **ทุนมนุษย์ (Human Capital)** คือทุนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ความรู้ ทักษะ ความเฉลียวฉลาด ผลผลิต แรงจูงใจ และความสัมพันธ์ของบุคคล การทำให้ทุนมนุษย์มีความสุข ประกอบด้วย ความชอบ การดูแล เอาใจใส่ และจิตวิญญาณ (MDPI, 2017)

3. **ทุนทางเศรษฐกิจ (Economic Capital)** ในโลกของการแข่งขันเพื่อสร้างความมั่งคั่งให้กับประเทศนั้น จำเป็นจะต้องยกเครื่องกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจเสียใหม่ เน้นการใช้องค์ความรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี นวัตกรรม และความคิดสร้างสรรค์แทนการเน้นทรัพยากรพื้นฐานที่นับวันจะหมดลงเรื่อยๆ เป็นการเติมเต็ม **“ความได้เปรียบในเชิงเปรียบเทียบ”** ที่มีอยู่ ด้วย **“ความได้เปรียบในการแข่งขัน”** เพื่อ **“สร้างมูลค่า”** แทนที่จะเป็นแค่ **“เพิ่มมูลค่า”** ผลลัพธ์ที่ได้จากการขับเคลื่อนกลไกเศรษฐกิจชุดใหม่จึงเป็นไปในลักษณะ **“ทำน้อยได้มาก”** ไม่ใช่ในลักษณะ **“ทำมากได้น้อย”** แบบเดิมอีกต่อไป

ประเทศไทยเน้นความมั่งคั่งทางเศรษฐกิจ แต่ละเลยการรักษาสิ่งแวดล้อม การสร้างสังคมที่อยู่ดีมีสุข และการยกระดับศักยภาพและภูมิปัญญาคนสู่ส่งผลกระทบเชิงลบในมิติต่างๆ มากมาย (คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2559) การเพิ่มประสิทธิภาพและการเพิ่มคุณค่าของทุนทางเศรษฐกิจจำเป็นต้องมีกระบวนการที่สมดุลเหมาะสมกับบริบทของสังคม วัฒนธรรม ประชากรและสิ่งแวดล้อมของพื้นที่นั้นๆ เพื่อนำไปสู่ประเทศที่มั่งคั่ง มั่นคง และยั่งยืน

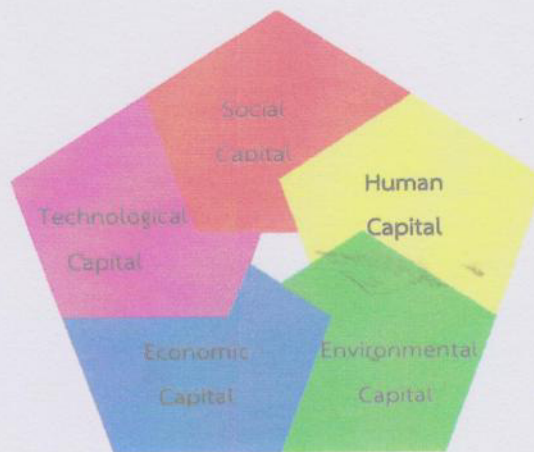
4. **ทุนทางทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม (Environmental Capital)** หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั้งที่ใช้แล้วหมดไป เกิดใหม่ ทดแทนได้หรือมีปริมาณไม่หมดสิ้นอันให้ประโยชน์โดยตรงในรูปของปัจจัยการผลิต สินค้าและบริการเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งได้แก่น้ำ อากาศ แสงอาทิตย์ ดิน ป่าไม้ พืชพันธุ์



ความหลากหลายทางชีวภาพและสินแร่ เป็นต้น และการให้ประโยชน์ทางอ้อมในรูปของสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อสุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตรวมทั้ง การดำเนินวิถีชีวิตอย่างเป็นปกติสุขของมนุษย์ซึ่งได้แก่คุณภาพอากาศ คุณภาพน้ำ ปริมาณของเสียที่หลีกเลี่ยงจากการผลิตและการบริโภคที่จะไม่กระทบต่อคุณภาพชีวิตรวมทั้งสิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้นและควรค่าแก่ความภาคภูมิใจไปจนถึงชนรุ่นต่อไป เช่น ศิลปกรรมโบราณสถาน เป็นต้น

5.ทุนทางเทคโนโลยี (Technological Capital) ประเทศไทยมีทุนทางเทคโนโลยีที่สำคัญ ซึ่งเป็นทุนที่นำไปสู่การปรับเปลี่ยนจาก “ระบบเศรษฐกิจที่พึ่งพาเทคโนโลยีจากภายนอกเป็นส่วนใหญ่” สู่ “ระบบเศรษฐกิจที่เน้นการพัฒนาเทคโนโลยีของตนเองในระดับที่เหมาะสม” กลุ่มเทคโนโลยี/อุตสาหกรรมเป้าหมายในการพัฒนาในประเทศไทย ประกอบด้วย 5 กลุ่ม ได้แก่

- กลุ่มเกษตรและอาหารใช้เทคโนโลยีชีวภาพ (Food & Agriculture - Biotech)
- กลุ่มสุขภาพใช้เทคโนโลยีชีวการแพทย์ (Health & Wellness – Biomedical)
- กลุ่มเครื่องมืออัจฉริยะและหุ่นยนต์ใช้เทคโนโลยีเมคาทรอนิกส์ (Smart Devices & Robotics – Mechatronics)
- กลุ่มดิจิทัลและอินเทอร์เน็ตออฟติงใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital & IOT - Embedded Technology)
- กลุ่มสร้างสรรค์และวัฒนธรรมใช้ Service Design ในการสร้างมูลค่า (Creative & Culture - High Value Services)



ภาพที่ 4.3 การวิเคราะห์ปัญหา 5 ต้นทุน

❖ การวิเคราะห์หลักสูตรการเรียนรู้ ❖

การเรียนรู้สะเต็มศึกษา รวมทั้ง 4 ศาสตร์การเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และการรู้เรื่อง วิศวกรรม (Engineering Literacy) เข้าด้วยกัน Mahoney M. (2010) อธิบายความหมายแต่ละส่วนไว้ ดังนี้

1.การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Science Literacy) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาในสาระวิชา วิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา โลก อวกาศ ดาราศาสตร์) ความสามารถที่จะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง สาระวิชา และมีทักษะปฏิบัติเชิงวิทยาศาสตร์



2. การรู้เรื่องเทคโนโลยี (Technology Literacy) หมายถึง ความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี

3. การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างคำอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้บริบทที่แตกต่างกัน รวมถึงบทบาทของคณิตศาสตร์และสามารถใช้คณิตศาสตร์ช่วยในการวินิจฉัยและตัดสินใจ

4. การรู้เรื่องวิศวกรรม (Engineering Literacy) หมายถึง ความเข้าใจในการพัฒนา หรือ การได้มาของเทคโนโลยีโดยใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม และความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

♣ การสร้างเครื่องมือวิจัย ♣

เครื่องมือประกอบด้วยเครื่องมือวิจัยและเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือวิจัย ได้แก่ รูปแบบ วิธีการสอน หรือ นวัตกรรมสะเต็มศึกษาที่สร้างขึ้นมา ซึ่งการวิจัยและพัฒนาจะมีคุณค่ามากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถของนักวิจัยใน การแสวงหานวัตกรรมที่สร้างสรรค์ ทันสมัย และมีประสิทธิภาพ (ลงทุนไม่มาก สะดวกใช้ สะดวกปฏิบัติ ให้ประสิทธิผลตามที่คาดหวัง) ซึ่งการแสวงหานวัตกรรมที่สร้างสรรค์ จะต้องทำการศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี หรือกรณีตัวอย่างนวัตกรรมที่หลากหลายก่อนที่จะสังเคราะห์เป็นนวัตกรรมที่จะนำมาทดลอง

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยทั่วไป

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่มีความใกล้เคียงกับเรื่องที่วิจัย
2. กำหนดเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหาและรวบรวมข้อมูลว่าควรเป็นเครื่องมือประเภทใด
3. ศึกษาวิธีการสร้างที่จะใช้ในการวิจัย ตามข้อ 2 โดยศึกษาจากตำรา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย
4. กำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหา ประเด็นหลักในการสร้างเครื่องมือให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย
5. สร้างเครื่องมือตามที่สอดคล้องกับข้อ 4
6. นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความเหมาะสม ความตรง เชิงเนื้อหา
7. ปรับปรุงเครื่องมือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
8. จัดทำเครื่องมือให้สมบูรณ์ ให้ถูกต้องตามลักษณะของเครื่องมืออื่นๆ
9. ทดลองใช้เครื่องมือดังกล่าวโดยนำไปใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย เพื่อมาตรวจสอบหาคุณภาพด้านความง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงของเครื่องมือ
10. นำผลที่ได้จากข้อ 9 มาปรับปรุงให้มีความเหมาะสม และจัดพิมพ์เป็นเครื่องมือวิจัยฉบับสมบูรณ์พร้อมจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือ



❖ การประเมินนวัตกรรม ❖

เมื่อพัฒนานวัตกรรมเสร็จแล้ว ต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่จะนำไปใช้กับผู้เรียน ทั้งนี้ผู้ทรงคุณวุฒิจะต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมที่สร้างขึ้น โดยทั่วไปการประเมินนวัตกรรมจะประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้อง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการพัฒนาชุดกิจกรรม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดผลประเมินผล

❖ การทดลองใช้นวัตกรรมสะเต็มศึกษา ❖

การทดลองใช้นวัตกรรม (Try out) เป็นการตรวจสอบความเป็นไปได้ที่จะนำนวัตกรรมไปใช้กับนักเรียนที่ต้องการสอนจริงและเพื่อหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม รวมถึงหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่อง จุดแข็ง และแนวทางแก้ไขประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่สร้างขึ้น ซึ่งการทดลองใช้มีแนวทาง ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

1. การทดลองแบบเดี่ยว (1:1) คือ การทดลองกับผู้เรียนประมาณ 3 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง กลาง ต่ำ แล้วนำผลการทดลองไปคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงบางส่วนของที่ยังบกพร่อง ในขั้นนี้ประสิทธิภาพที่ได้จะต่ำกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้

2. การทดลองแบบกลุ่ม (1:10) คือ การทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน โดยใช้ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง กลาง ต่ำ แล้วนำผลการทดลองไปคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงบางส่วนของที่ยังบกพร่อง ในขั้นนี้ประสิทธิภาพที่ได้จะใกล้เคียงกับเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้

3. การทดลองแบบภาคสนาม (1:100) คือ การทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้นเรียนจำนวน 30-100 คน แล้วนำผลการทดลองไปคำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงบางส่วนของที่ยังบกพร่อง ในขั้นนี้ชุดกิจกรรมน่าจะมีประสิทธิภาพเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้

❖ การวิเคราะห์ข้อมูลและการนำเสนอข้อมูล ❖

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณสำหรับการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ส่วนใหญ่นำเสนอข้อมูลโดยใช้ข้อมูลดิบ โดยมีการแจกแจงนับเป็นความถี่ หรือค่าเฉลี่ย บางครั้งก็นำเสนอเป็นรูปกราฟเส้น หรือแผนภูมิ เพื่อให้เข้าใจง่าย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1) การวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานราก (grounded data analysis) เริ่มด้วย (1) การอ่าน หรือพิจารณา ข้อความ/ข้อมูลที่เก็บมาได้ และกำหนด/ขีดเส้นประเด็นสำคัญ (2) การจัดกลุ่มประเภทของประเด็นสำคัญที่ได้จากการอ่าน (3) การหารูปแบบความสัมพันธ์ของคำสำคัญ/ประเด็นต่างๆ (4) การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับประเด็นข้อมูลที่ไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มได้ก็จะแยกกลุ่มต่างหาก



2) การวิเคราะห์แบบจัดกลุ่มข้อมูลก่อน (prior data analysis) เริ่มด้วย (1) การจัดกลุ่มประเภทของข้อมูลล่วงหน้า โดยทำตารางแสดงความสัมพันธ์ของค่าสำคัญที่กำหนด (2) อ่านข้อความ/ข้อมูลแล้วขีดเส้นประเด็นสำคัญที่ตรงกับค่าสำคัญที่กำหนด (3) กำหนดประเด็นลงในช่องต่างๆ ของตารางที่เตรียมไว้แล้ว เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์ (4) การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ โดยจัดเข้ากลุ่ม/ประเภทของข้อมูล แต่ใช้วิธีการนับความถี่ของข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละกลุ่ม

♣การออกแบบการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา♣

การออกแบบการวิจัยเชิงทดลองแบบแผนการวิจัยก่อนมีการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental Design)

แบบที่ 1 แบบกลุ่มเดียวหรือรายกรณี วัดเฉพาะหลังทดลอง (One Shot Case Study, Single Group)

หรือ

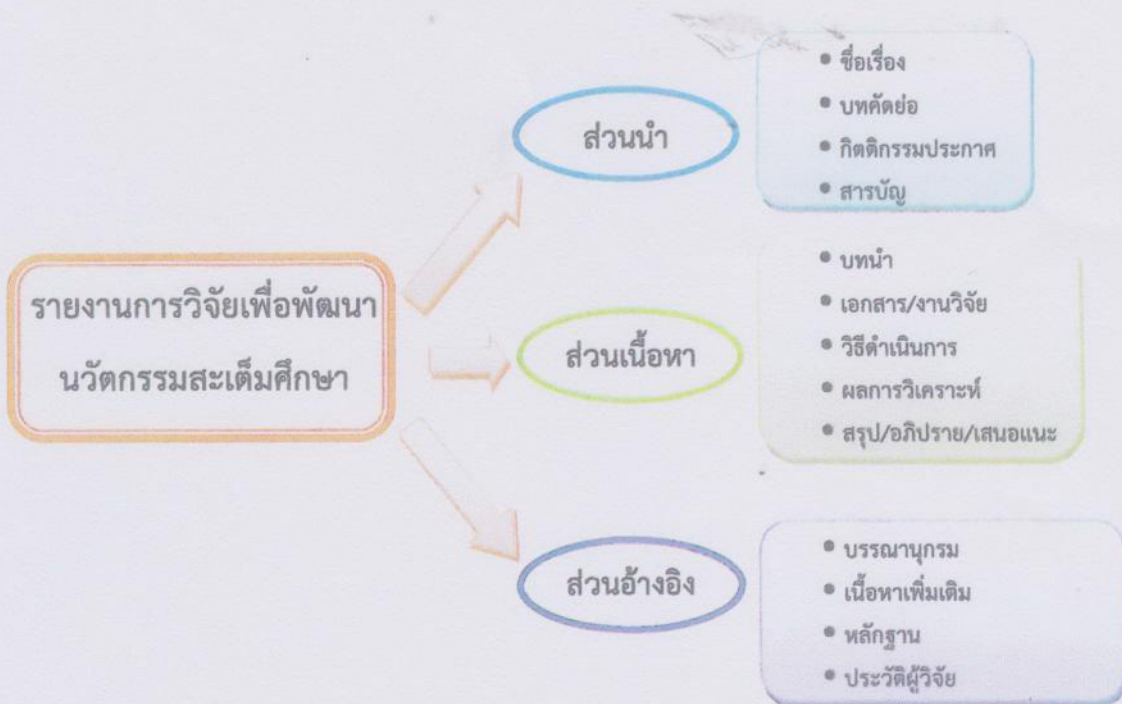
X	T
X	O

แบบที่ 2 แบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและหลัง (One-Group Pretest Posttest Design)

หรือ

T ₁	X	T ₂
O ₁	X	O ₂

♣การจัดทำรายงานผลการพัฒนานวัตกรรมสะเต็มศึกษา♣



ภาพที่ 4.4 การเขียนรายงานการพัฒนานวัตกรรม



ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน, วารสารศิลปการศาสตร์การวิจัย, 5(1), 7 – 9.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2559). โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน. กรุงเทพฯ: กองบริหารงานวิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.(2559). ทูทางทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนา แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (2560-2564). กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2551). ทูทางสังคมกับการพัฒนาทุนมนุษย์. กรุงเทพฯ: มูลนิธิชัยพัฒนาและมูลนิธิสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

Creswell, John W. (2012). Educational Research : Planning Conducting and Evaluating Quantitative and Qualitative Research. Boston : Pearson Education, Inc.

Goodwin, N.A. (2003). Five kinds of Capital : Useful Concepts for Sustainable Development ,Global Development and Environment Institute, Medford MA: Tufts University.

Mahoney, M. (2010). Students' Attitudes toward STEM: Development of an Instrument for High School STEM-Based Programs, Journal of Technology Studies, 36(1), 24 - 34.

MDPI Sustainability foundation. (2017). Human Capital Forum for the future: action for a sustainable world. Basel, Switzerland.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานร่วมกับ มหาวิทยาลัยมหิดล บทปฏิบัติการเพื่อพัฒนาศักยภาพครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ “สะเต็มศึกษา” ต้นกล้า Smart Trainer Team

