

Influential Article Review - Disseminating Innovation and Technology Knowledge On Social Networks

Lucia Brewer

Edgar George

Ronald Fowler

This paper examines innovation. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper Peer effects in innovation adoption decisions have been extensively studied. However, the underlying mechanisms of peer effects are generally not explicitly accounted for. Gaps in this knowledge could lead to misestimation of peer effects and inefficient interventions. This study examined the role of two mechanisms—sharing experiences (namely, experience effect) and externalities—in the adoption of an agricultural innovation. By referring to the diffusion process of a new crop in Chinese villages, we developed a simulation model that incorporated experience effect and externality effect on a multiplex network. The model allowed us to estimate the influence of each specific effect and to investigate the interplay of the positive and negative directions of the effects. The main results of simulation experiments were the following: (1) a negative externality effect in the system caused the diffusion of innovation to vary around a middle-level rate, which resulted in a fluctuating diffusion curve rather than a commonly found S-shaped one; (2) in the case of full diffusion, experience effect significantly shaped the diffusion process at the early stage, while externality effect mattered more at the late stage; and (3) network properties (i.e. connectivity, transitivity, and network distance) imposed indirect influence on diffusion through specific peer effects. Overall, our study illustrated the need to understand specific causal mechanisms when studying peer effects. Simulation methods such as agent-based modelling provide an effective approach to facilitate such understanding. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.

Keywords: : Peer effects, Innovation diffusion, Social network, Agent-based simulation

SUMMARY

- Convergence adoption rates and diffusion curves. The densities of convergence adoption rates and convergence rounds are presented in Fig. 4. The left panel shows that approximately 85% of the runs converge to full adoption within 20 iterations. It means that most individuals adopt eventually. The right panel indicates how many rounds it takes for the runs to converge. More than 40% of the runs converge in five rounds. The density decreases with the number of rounds In this scenario,

both the two diffusion mechanisms are positive feedback mechanisms, so it is very likely that the system will converge to complete diffusion.

- S-shaped diffusion curves.
- The S-shaped adoption curve is a typical pattern of the diffusion. It holds because most innovations bear the following feature: The adoption rate grows slowly at the beginning of the diffusion process. When the diffusion reaches the critical mass, it will have a sharp increase. After that, it will slowly approach complete diffusion. The variance lies in the slope of the curve.
- Experience effect and externality effect. We explore how experience effect and externality effect influence the effectiveness of diffusion, which is measured by the reach of the diffusion and its speed. The two measures are both related to adoption rate, the fraction of households that have adopted at a round to the whole population. Specifically, convergence adoption rate, reflecting the reach of the diffusion, is defined as the adoption rate at which the diffusion converges.
- where y is the diffusion speed or the convergence adoption rate, α is the experience coefficient, θ is the externality threshold, s is the ratio of initial seed adopters, and W' is the network characteristic controls, including number of nodes N , parameters used in generating ER network, and WS network.
- We note that the traditional null hypothesis test is not well suited for simulation studies because with a sufficient number of simulated trajectories one can make the p value arbitrarily small. Thus, we conduct a traditional minimum-effect test. We test that the difference is bigger than an a priori defined minimal meaningful effect. Parameter values significantly smaller than the MME signify no effect. Parameter values significantly large than MME signify significant difference, and when the statistical significance is not achieved, it signifies that no conclusion could be made given the data.
- Network characteristics and peer effects. The diffusion of innovation is usually influenced by the structure of the network in which it takes place. We measure the structure of the networks used in our simulation using three metrics: average degree, clustering coefficient, and average path length.
- The resultant regression equation is the following. Where Net_char denotes the vector of topological metrics on the kinship network and the neighbourhood network, respectively, and $Inter_term$ denotes the vector of interaction terms. The interaction term is the product of a topological metric and the corresponding peer effect indicator occurring on the network. For instance, the interaction term of average degree and peer effect on kinship network is $\alpha_1 \cdot d_{kin}$. One topological metric is run for each regression. As there are two scenarios, the regression runs in a total of 6 times.
- As discussed previously, we use the diffusion speed as the response variable in the regressions. Results for average degree, clustering coefficient, and average path length are displayed in Tables 4, 5, and 6, respectively.
- First, the coefficients of all the interaction terms with the three metrics are significant, indicating that interaction effects do exist. Specifically, average degree significantly enhances both the experience effect and the externality effect, that is, with the increase of average degree, their impacts on diffusion speed grow.

HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE

We used the following article as a basis of our evaluation:

Xiong, H., Wang, P., & Bobashev, G. (2018). Multiple peer effects in the diffusion of innovations on social networks: a simulation study. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 7(1), 1–18.

This is the link to the publisher's website:

<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-018-0082-7>

INTRODUCTION

Social interactions can significantly shape individuals' economic behaviours. This is especially true when an individual behaves upon situations with uncertainties. In particular, an individual's decision on whether to adopt an innovation (i.e. the idea, practice, or object that are perceived as new (Rogers 2003)) often depends on the decisions of their friends, relatives, colleagues, etc. Such social influence is referred to as peer effects. Existing studies have examined peer effects on the diffusion of innovations in varied settings, including products and services (Goolsbee and Klenow 1999; Sorensen 2006; Kremer and Levy 2008; Luan and Neslin 2009), technologies (Munshi 2004; Bandiera and Rasul 2006; Conley and Udry 2010), financial services (Banerjee et al. 2013), and social programmes (Dahl et al. 2014). In these studies, many forms of peer effects, including word of mouth (Luan and Neslin 2009; Banerjee et al. 2013), social learning (Bandiera and Rasul 2006; Conley and Udry 2010), and network externalities (Goolsbee and Klenow 1999), are discussedFootnote1.

The work by (Xiong et al. 2016) distinguishes three basic interactions through which peer effects take place in the diffusion of innovations: transmitting information, sharing experiences and externalities. They are termed as information effect, experience effect, and externality effect, respectively. Specifically, information effect refers to the influence of the transmission of awareness information of the innovation and general information about the cost and benefit of adopting the innovation. The effect can occur through any relationship ties through which individuals can communicate. Experience effect characterises the influence that one obtains by sharing experiential knowledge (e.g. know-how, localised techniques) or physical resources (e.g. seeds of a new crop, tools) from earlier adopters. Such knowledge and resource are generally scarce at this stage of the diffusion process. Experience effect thus mainly occurs through close social relationships, such as kinship or close friendship. In addition, an individual's adoption behaviour can lead to positive or negative externalities. They can affect other individuals regardless of whether those individuals also adopt the innovation. Negative externalities leads to the reduction of payoff when staying on the original choice, and consequently increases individuals' propensity to choosing the innovation, which in turn increases the diffusion in the group, generating a positive externality effect. Likewise, positive externalities can generate a negative externality effect. In empirical studies, negative externality effect is rarely considered mainly due to the difficulty of collecting data. In general, the three effects have significant impacts on different stages of the diffusion process. Information effect shapes the process mainly at the early stage, experience effect at the intermediate stage, and externality effect at the late stage as depicted in Fig. 1.

Peer effects were previously studied either as a composite of different mechanisms or in a specific form (such as social leaning or network externalities). Typically only one mechanism was considered. However, a diffusion process is very often shaped by multiple mechanisms simultaneously, and each mechanism could play a different role at a different phase of the evolution of the process. Different mechanisms may potentially have different policy implications (Carrell et al. 2013; Alcalde 2013). This paper is a theoretical study to examine the roles of multiple peer effects in the diffusion of innovations. We have chosen a case of the adoption of a new crop in rural China to set up our simulation model and to select key experimental parameters. In this case, all households were well informed of the new crop at the

beginning of the diffusion, and thus, information effect is excluded from our model. Our model and estimation are therefore focused on experience effect and externality effect.

CONCLUSION

This study distinguishes three basic underlying mechanisms through which peer effects in the diffusion of innovation occur: information transmission, experience sharing, and externalities. Correspondingly, peer effects are classified as information effect, experience effect, and externality effect. In the case of diffusion of a rural innovation, we found that each of the three effects played a dominant role at the early, intermediate, and late stages, respectively. Peer effects can be better understood by investigating the specific effects and their roles at different stages of the dynamic diffusion process.

By referring to the diffusion process of a rural innovation in the real world, we developed an agent-based model that incorporates experience and externality effects on a multiplex network. The model allows us to estimate the influence of each specific effect and investigate the interplay of positive and negative effect. In particular, we examined how experience effect and externality effect shape the diffusion jointly. By conducting experiments using the model, we obtained several findings. First, our model successfully replicates the widely acknowledged S-shaped diffusion curve in the scenario of positive externality effect. This finding is consistent with the pattern argued in the theory of diffusion of innovations (Rogers 2003). However, when there is a negative effect in the system (the negative externality effect, in our case), the diffusion will vibrate around a middle-level rate between 0 and 100%. Accordingly, the diffusion curve will be a fluctuating one. This curve demonstrates the trajectory of the interplay of opposite effects. In reality, many innovations do not end up being adopted by the whole population of potential adopters. This could be accounted for by the existence of negative effects. However, the role of negative effects is usually left undiscussed in literature.

Second, our simulation results show that experience effect has a relatively higher influence on diffusion at the earlier stage, whereas externality effect dominates at the later stage in the scenario of positive externality effect. Along with the findings regarding the information effect we learnt in the real-world case, it is likely to be true that each of the three effects plays a dominant role at a different stage of a complete diffusion process, one after another. This pattern is not found in the scenario of negative externality effect, although both influences are still significant. This is perhaps due to the fact that the opposite effects can offset each other in the diffusion process, which leaves the feature associated with the strength of the effects inconspicuous. In general, the result suggests that a diffusion process should be examined from a dynamic perspective, and the influence of each specific peer effect needs to be estimated by the period in the diffusion process. Although a couple of attempts to distinguishing mechanisms underlying peer effects can be found (Banerjee et al. 2013; Bursztyrn et al. 2014), none of them examines the mechanisms at different periods of the diffusion process.

Third, we found that network properties of connectivity, transitivity, and network distance can indirectly influence diffusion through the specific peer effect that occurs on the network. Specifically, in the scenario of positive externality effect, both experience effect and externality effect are generally enhanced in networks that are well connected, highly transitive, and with low distance between individuals. The effectiveness of the diffusion is thus improved. These findings are in line with existing studies (Janssen and Jager 2003; Laciana et al. 2013; Peres 2014). However, we find no studies considering the negative effect. In the case of negative effect, our work shows that these characteristics shape the two effects in a way that helps speed up diffusion, but tends to lower the coverage it could reach. These together suggest that each specific peer effect is reshaped by the structure of the network where it occurs. This could further influence the effectiveness of the diffusion.

Overall, our study shows that it needs to delve into the specific underlying causal mechanisms when we study peer effects. The influence of each underlying mechanism varies by the stages of the diffusion process and by the topological characteristics of the underlying network. In addition, the negative effect, if exists, should be taken into account. It can substantially modify how the diffusion proceeds and its outcome.

Our study also suggests that it could be an effective approach to investigate specific peer effects by conducting simulation on social networks.

APPENDIX

FIGURE 1
PEER EFFECTS AT DIFFERENT STAGES OF THE DIFFUSION PROCESS

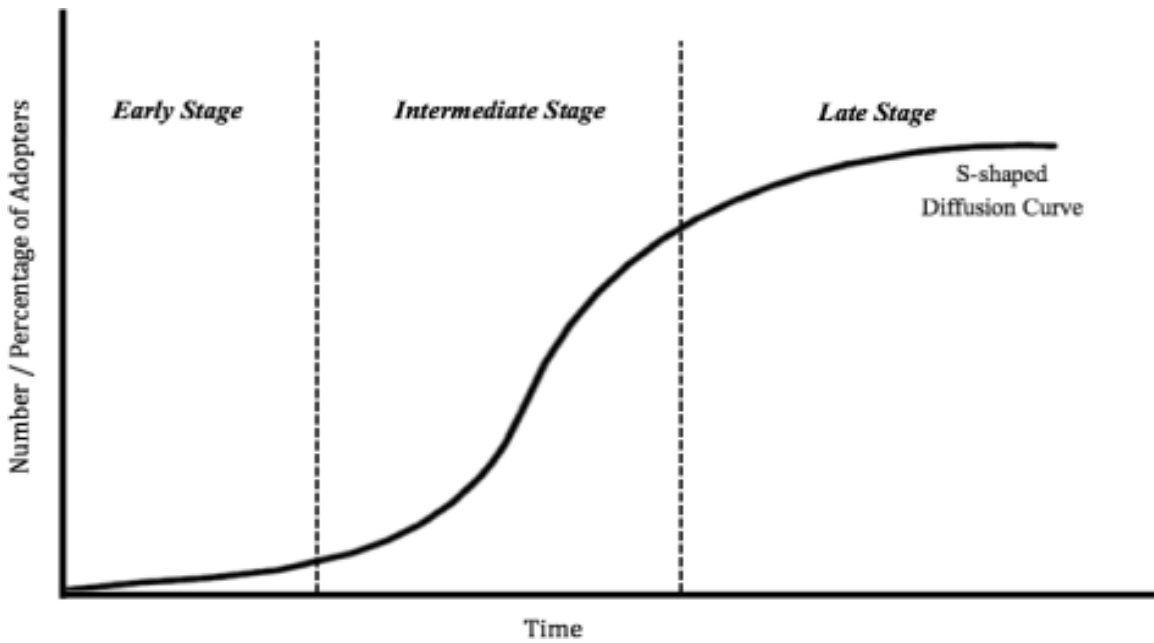


FIGURE 2
DIFFUSION OF THE NEW CROP IN THE CHINESE VILLAGES

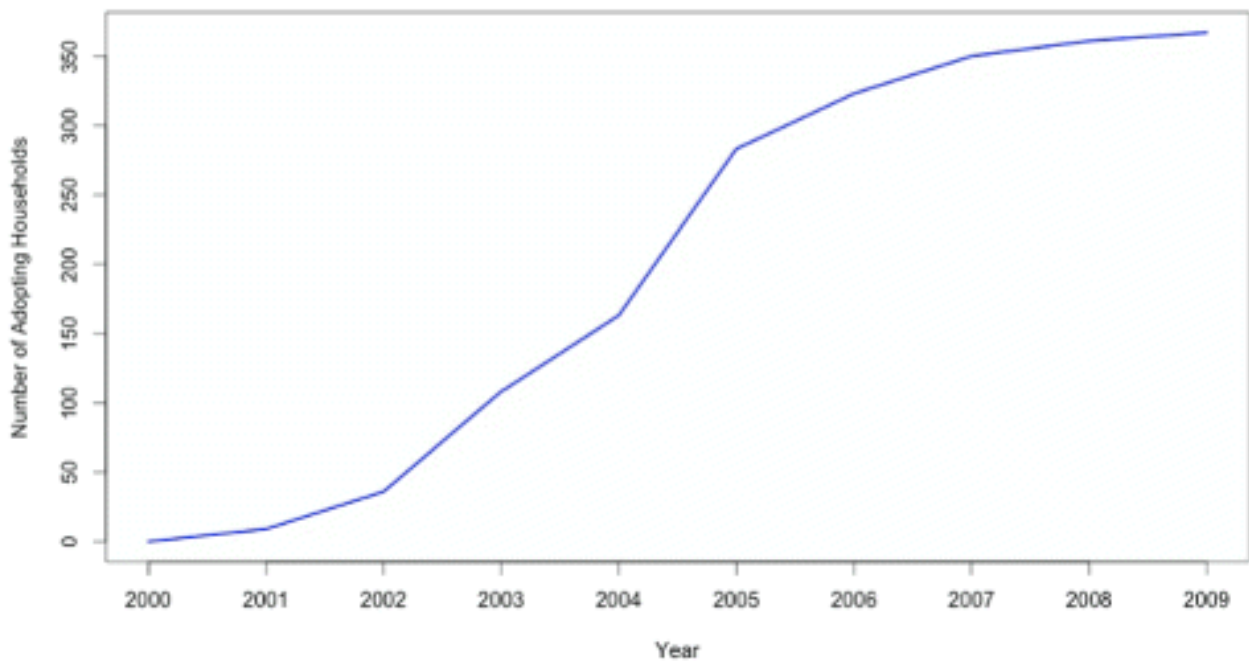


FIGURE 3

A TWO-LAYER MULTIPLEX NETWORK

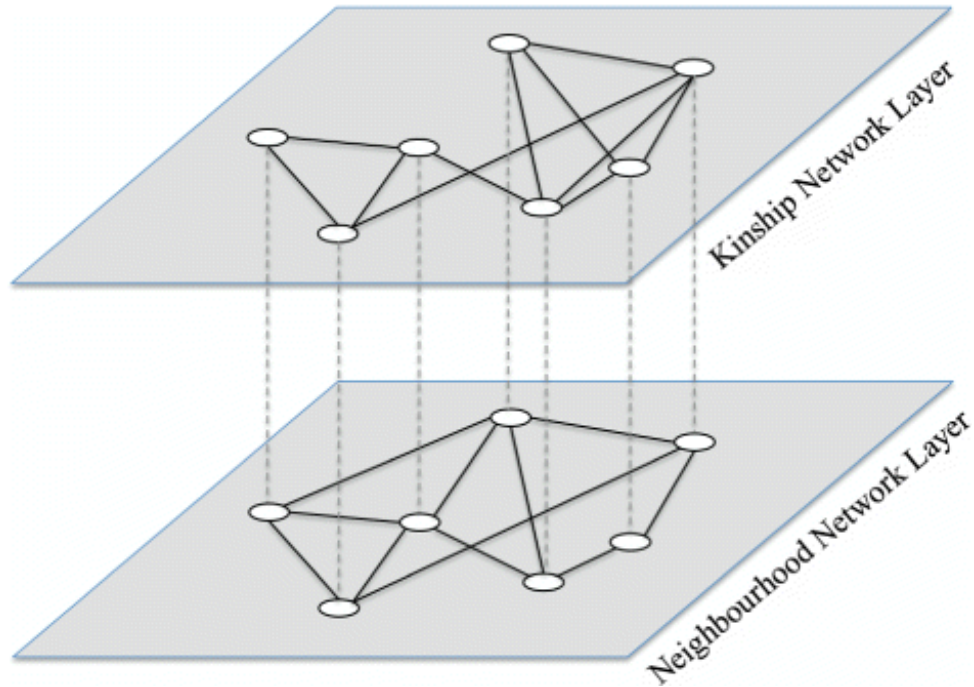


FIGURE 4
HISTOGRAMS OF CONVERGENCE ADOPTION RATES AND CONVERGENCE ROUNDS
(POSITIVE EXTERNALITY EFFECT)

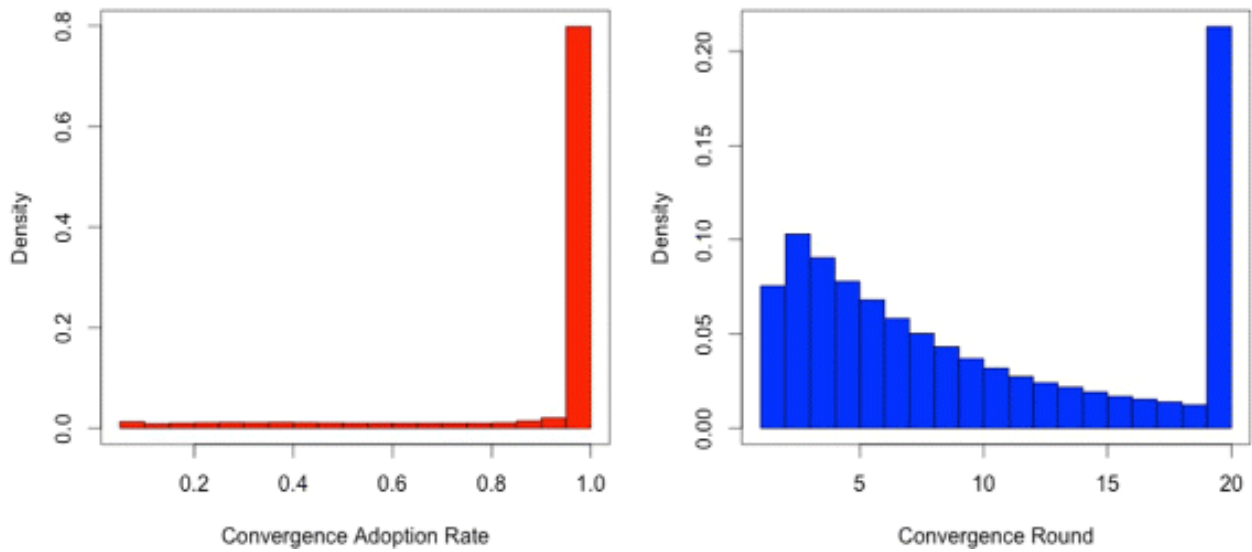


FIGURE 5

S-SHAPED DIFFUSION CURVES (CONVERGENCE ROUND = 6)

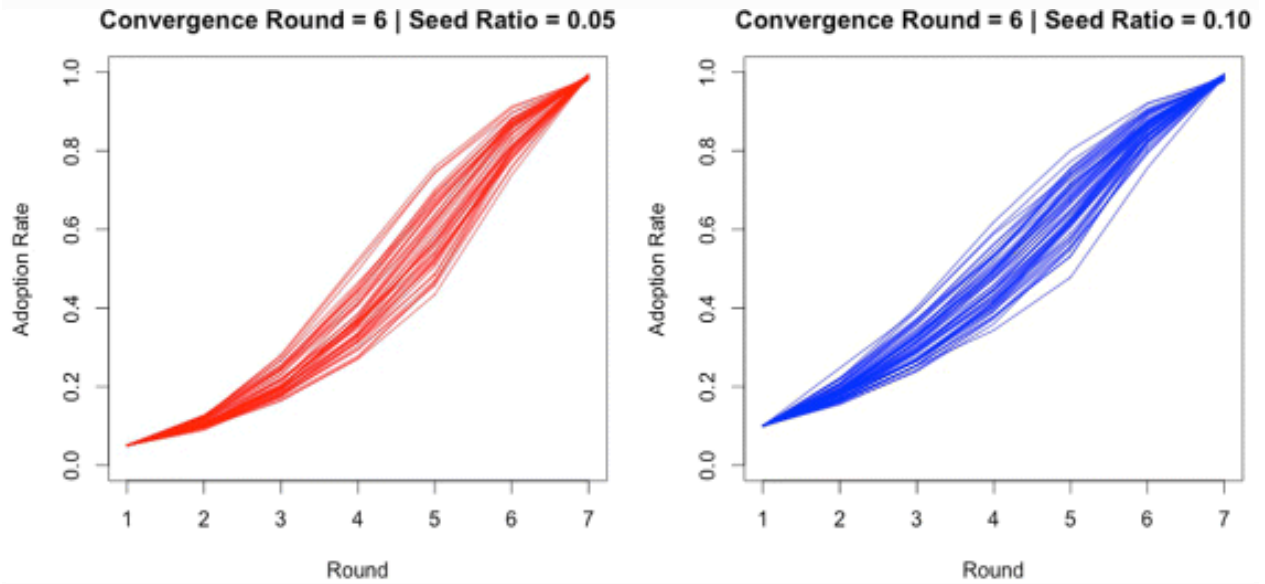


FIGURE 6
HISTOGRAMS OF CONVERGENCE ADOPTION RATES AND CONVERGENCE ROUNDS
(NEGATIVE EXTERNALITY EFFECT)

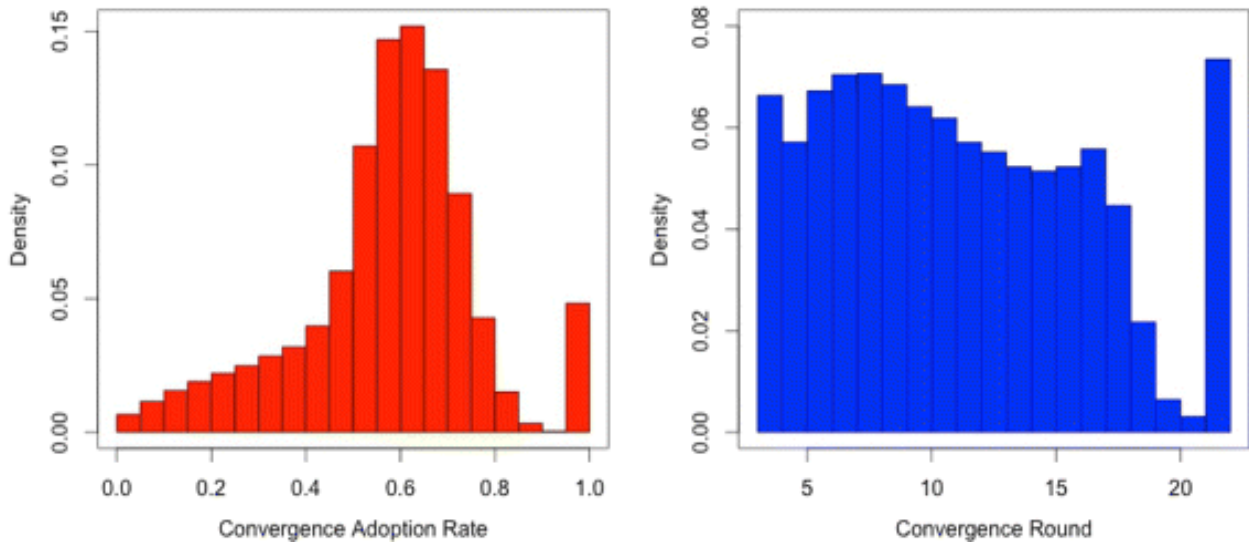
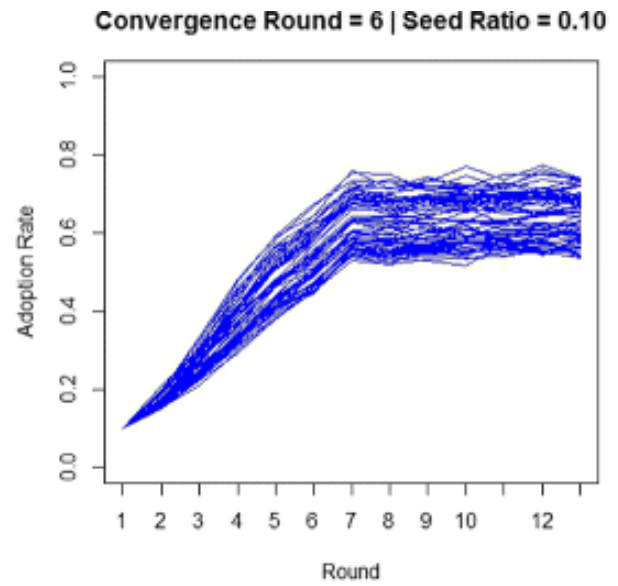
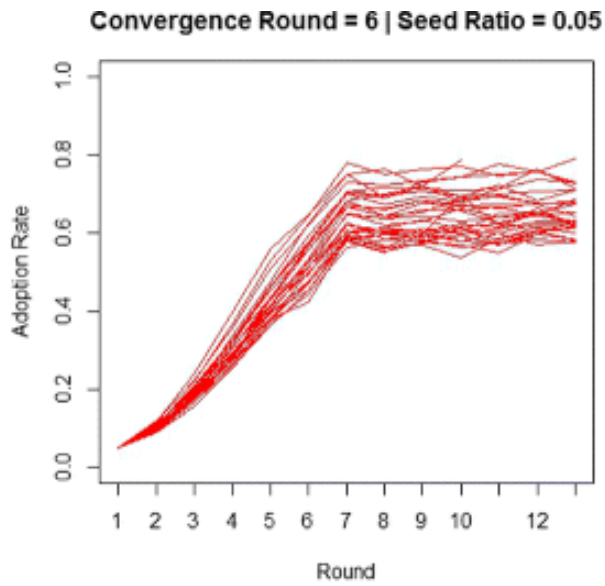


FIGURE 7
FLUCTUATING DIFFUSION CURVES (CONVERGENCE ROUND = 6)



**TABLE 1
REGRESSIONS OF ADOPTION SPEED AT DIFFERENT DIFFUSION LEVELS (POSITIVE EXTERNALITY EFFECT)**

	Model 1 (30%)	Model 2 (40%)	Model 3 (50%)	Model 4 (60%)	Model 5 (70%)	Model 6 (80%)	Model 7 (90%)
(Intercept)	-0.53	-0.50	-0.47	-0.45	-0.43	-0.32	-0.32
Number of households	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ratio of seed adopters	0.90	0.84	0.81	0.80	0.78	0.57	0.57
Experience coefficient	2.04	2.02	2.01	1.99	1.94	1.54	1.54
Externality threshold	-0.18	-0.21	-0.23	-0.25	-0.26	-0.28	-0.28
% of neighbours to connect in WS	3.23	3.24	3.23	3.21	3.16	2.53	2.53
Rewiring probability in ER	-0.15	-0.14	-0.12	-0.10	-0.08	0.09	0.09
R^2	0.75	0.78	0.80	0.80	0.80	0.72	0.72

*The adoption rate level for diffusion speed in the present regression. This is the same for Tables 4, 5, and 6

**TABLE 2
REGRESSIONS OF CONVERGENCE ADOPTION RATE AND CONVERGENCE SPEED
(NEGATIVE EXTERNALITY EFFECT)**

	Model 1	Model 2
	(Conv. Adp. rate)	(Conv. speed)
(Intercept)	0.90	- 0.31
Number of households	0.00	0.01
Ratio of seed adopters	0.17	0.57
Experience coefficient	0.19	1.53
Externality threshold	- 0.05	- 0.28
% of neighbours to connect in WS	0.39	2.53
Rewiring probability in ER	- 0.02	0.06
R^2	0.11	0.72

TABLE 3
CORRELATIONS BETWEEN NETWORK CHARACTERISTICS (POSITIVE EXTERNALITY EFFECT)

	(Var 1)	(Var 2)	(Var 3)	(Var 4)	(Var 5)	(Var 6)	(Var 7)	(Var 8)
WS_f	1							
Avg. Dg. of Kin.	0.65	1						
Clu. Coef. of Kin.	0.83	0.69	1					
APL of Kin.	- 0.73	- 0.64	- 0.86	1				
ER_{prob}					1			
Avg. Dg. of Nei.					0.49	1		
Clu. Coef. of Nei.					0.71	0.43	1	
APL of Nei.					- 0.65	- 0.76	- 0.58	1

TABLE 4
REGRESSIONS OF ADOPTION SPEED ON AVERAGE DEGREE (POSITIVE EXTERNALITY EFFECT)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
	(30%)	(40%)	(50%)	(60%)	(70%)	(80%)	(90%)
(Intercept)	- 0.07	- 0.05	- 0.04	- 0.03	- 0.01	0.02	0.02
Number of households	- 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ratio of seed adopters	0.90	0.84	0.81	0.80	0.78	0.57	0.57
Experience coefficient (Var 1)	0.87	0.99	1.07	1.08	1.02	0.74	0.74
Externality threshold (Var 2)	- 0.16	- 0.19	- 0.21	- 0.23	- 0.23	- 0.22	- 0.22
Average degree of Kin. (Var 3)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Average degree of Nei. (Var 4)	- 0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Var 1 × Var 3	0.12	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08
Var 2 × Var 4	- 0.01	- 0.00	- 0.00	- 0.00	- 0.00	- 0.01	- 0.01
R^2	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.75	0.75

TABLE 5
REGRESSIONS OF ADOPTION SPEED ON CLUSTERING COEFFICIENT (POSITIVE EXTERNALITY EFFECT)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
	(30%)	(40%)	(50%)	(60%)	(70%)	(80%)	(90%)
(Intercept)	- 0.17	- 0.17	- 0.17	- 0.16	- 0.15	- 0.08	- 0.08
Number of households	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ratio of seed adopters	0.91	0.84	0.81	0.80	0.78	0.57	0.57
Experience coefficient (Var 1)	0.21	0.35	0.43	0.45	0.41	0.31	0.31
Externality threshold (Var 2)	- 0.18	- 0.20	- 0.21	- 0.22	- 0.23	- 0.25	- 0.25
Clustering coefficient of Kin. (Var 3)	0.12	0.22	0.29	0.31	0.30	0.24	0.24
Clustering coefficient of Nei. (Var 4)	- 0.10	- 0.03	0.04	0.07	0.12	0.22	0.22
Var 1 × Var 3	7.06	6.47	6.10	5.9	5.80	4.77	4.77
Var 2 × Var 4	- 0.00	- 0.08	- 0.16	- 0.20	- 0.24	- 0.25	- 0.25
R ²	0.70	0.72	0.74	0.75	0.75	0.68	0.68

TABLE 6
REGRESSIONS OF ADOPTION SPEED ON AVERAGE PATH LENGTH (POSITIVE EXTERNALITY EFFECT)

	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
	(30%)	(40%)	(50%)	(60%)	(70%)	(80%)	(90%)
(Intercept)	- 0.18	- 0.08	- 0.01	0.03	0.06	0.23	0.23
Number of households	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ratio of seed adopters	0.90	0.84	0.81	0.80	0.79	0.57	0.57
Experience coefficient (Var 1)	4.29	4.11	3.99	3.91	3.84	3.05	3.05
Externality threshold (Var 2)	- 0.25	- 0.30	- 0.34	- 0.36	- 0.39	- 0.50	- 0.50
APL of Kin. (Var 3)	0.01	- 0.01	- 0.02	- 0.02	- 0.02	- 0.02	- 0.02
APL of Nei. (Var 4)	0.00	- 0.01	- 0.02	- 0.02	- 0.03	- 0.07	- 0.07
Var 1 × Var 3	- 1.01	- 0.94	- 0.89	- 0.87	- 0.85	- 0.68	- 0.68
Var 2 × Var 4	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.09	0.09
R ²	0.67	0.69	0.71	0.72	0.72	0.65	0.65

TABLE 7
REGRESSIONS OF CONVERGENCE ADOPTION RATE AND CONVERGENCE SPEED ON AVERAGE DEGREE (NEGATIVE EXTERNALITY EFFECT)

	Model 1	Model 2
	(Conv. Adp. rate)	(Conv. speed)
(Intercept)	0.85	0.08
Number of households	0.00	0.00
Ratio of seed adopters	0.50	0.34
Experience coefficient (Var 1)	0.50	0.90
Externality threshold (Var 2)	- 0.05	- 0.28
Average degree of Kin. (Var 3)	0.01	0.02
Average degree of Nei. (Var 4)	0.01	- 0.01
Var 1 × Var 3	- 0.03	0.02
Var 2 × Var 4	- 0.04	0.09
R ²	0.11	0.74

TABLE 8
REGRESSIONS OF CONVERGENCE ADOPTION RATE AND CONVERGENCE SPEED ON CLUSTERING COEFFICIENT (NEGATIVE EXTERNALITY EFFECT)

	Model 1	Model 2
	(Conv. Adp. rate)	(Conv. speed)
(Intercept)	0.78	- 0.18
Number of households	0.00	0.00
Ratio of seed adopters	1.02	0.24
Experience coefficient (Var 1)	0.20	1.43
Externality threshold (Var 2)	- 0.05	- 0.28
Clustering coefficient of Kin. (Var 3)	0.66	0.79
Clustering coefficient of Nei. (Var 4)	0.00	- 0.08
Var 1 × Var 3	- 3.29	1.29
Var 2 × Var 4	- 0.10	0.72
R^2	0.18	0.66

TABLE 9
REGRESSIONS OF CONVERGENCE ADOPTION RATE AND CONVERGENCE SPEED ON
AVERAGE PATH LENGTH (NEGATIVE EXTERNALITY EFFECT)

	Model 1	Model 2
	(Conv. Adp. rate)	(Conv. speed)
(Intercept)	1.28	0.04
Number of households	0.00	0.00
Ratio of seed adopters	- 0.98	0.97
Experience coefficient (Var 1)	- 0.44	2.87
Externality threshold (Var 2)	- 0.05	- 0.28
APL. of Kin. (Var 3)	- 0.10	- 0.10
APL. of Nei. (Var 4)	- 0.04	0.08
Var 1 × Var 3	0.52	- 0.18
Var 2 × Var 4	0.28	- 0.59
R^2	0.22	0.63

REFERENCES

- Alcalde, P. (2013). A behavioral model of non-linear peer effects in cognitive achievement. PhD thesis: University of Pennsylvania. <http://repository.upenn.edu/dissertations/AAI3565014>. Accessed 24 Feb 2018.
- Arenas, A, Barthelemy Y, M, Gleeson, JP, Moreno, Y, Porter, MA (2014). Multilayer networks. *Journal of Complex Networks*, 2, 203–271.
- Bandiera, O, & Rasul, I (2006). Social networks and technology adoption in northern Mozambique. *The Economic Journal*, 116(514), 869–902.
- Banerjee, A, Chandrasekhar, AG, Duflo, E, Jackson, MO (2013). The diffusion of microfinance. *Science*, 341(6144), 1236498–1–1236498-7.
- Bramoulle, Y, Djebbari, H, Fortin, B (2009). Identification of peer effects through social networks. *Journal of econometrics*, 150(1), 41–55.
- Bursztyn, L, Ederer, F, Ferman, B, Yuchtman, N (2014). Understanding mechanisms underlying peer effects: evidence from a field experiment on financial decisions. *Econometrica*, 82(4), 1273–1301.
- Carrell, SE, Sacerdote, BI, West, JE (2013). From natural variation to optimal policy? The Lucas critique meets peer effects. *Econometrica*, 81(3), 855–882.
- Conley, TG, & Udry, CR (2010). Learning about a new technology: Pineapple in Ghana. *The American Economic Review*, 100(1), 35–69.
- Dahl, GB, Lken, KV, Mogstad, M (2014). Peer effects in program participation. *American Economic Review*, 104(7), 2049–74.
- Deffuant, G, Huet, S, Amblard, F (2005). An individual-based model of innovation diffusion mixing social value and individual benefit. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1041–1069.

- Erdős, P, & Rényi, A (1959). On random graphs. *Publicationes Mathematicae (Debrecen)*, 6, 290–297.
- Goldenberg, J, Libai, B, Muller, E (2001). Talk of the network: a complex systems look at the underlying process of word-of-mouth. *Marketing Letters*, 12(3), 211–223.
- Goldsmith-Pinkham, P, & Imbens, GW (2013). Social networks and the identification of peer effects.
- Goolsbee, A, & Klenow, PJ (1999). Evidence on learning and network externalities in the diffusion of home computers. National bureau of economic research. Technical report.
- Granovetter, M (1978). Threshold models of collective behavior. *American Journal of Sociology*, 83(6), 1420.
- Guryan, J, Jacob, B, Klopfer, E, Groff, J (2008). Using technology to explore social networks and mechanisms underlying peer effects in classrooms. *Developmental Psychology*, 44(2), 355.
- Heard, D, Bobashev, GV, Morris, RJ (2014). Reducing the complexity of an agent-based local heroin market model. *PLoS ONE*, 9(7), 102263.
- Janssen, MA, & Jager, W (2003). Simulating market dynamics: interactions between consumer psychology and social networks. *Artificial Life*, 9(4), 343–356.
- Kiesling, E, Günther, M, Stummer, C, Wakolbinger, LM (2012). Agent-based simulation of innovation diffusion: a review. *Central European Journal of Operations Research*, 20(2), 183–230.
- Kremer, M, & Levy, D (2008). Peer effects and alcohol use among college students. *The Journal of Economic Perspectives*, 22(3), 189–189.
- Laciana, CE, Rovere, SL, Podest, GP (2013). Exploring associations between micro-level models of innovation diffusion and emerging macro-level adoption patterns. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 392(8), 1873–1884.
- Luan, YJ, & Neslin, S (2009). The development and impact of consumer word of mouth in new product diffusion. Tuck School of Business Working Paper No. 2009-65. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1462336>. Accessed 24 Feb 2018.
- Munshi, K (2004). Social learning in a heterogeneous population: technology diffusion in the Indian Green Revolution. *Journal of Development Economics*, 73(1), 185–213.
- Peres, R (2014). The impact of network characteristics on the diffusion of innovations. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 402(0), 330–343.
- Rogers, EM. (2003). *Diffusion of innovations*, 5th edn. New York: Free Press.
- Singh, P, Sreenivasan, S, Szymanski, BK, Korniss, G (2013). Threshold-limited spreading in social networks with multiple initiators. *Science Report*, 3(2330).
- Sorensen, AT (2006). Social learning and health plan choice. *RAND Journal of Economics*, 37(4), 929–945.

TRANSLATED VERSION: SPANISH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUCIDA: ESPAÑOL

A continuación se muestra una traducción aproximada de las ideas presentadas anteriormente. Esto se hizo para dar una comprensión general de las ideas presentadas en el documento. Por favor, disculpe cualquier error gramatical y no responsabilite a los autores originales de estos errores.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones sociales pueden dar forma significativa a los comportamientos económicos de las personas. Esto es especialmente cierto cuando un individuo se comporta en situaciones con incertidumbres. En particular, la decisión de un individuo sobre la adopción de una innovación (es decir, la idea, la práctica u objeto que se percibe como nuevo (Rogers 2003)) a menudo depende de las decisiones de sus amigos, familiares, colegas, etc. Tal influencia social se conoce como efectos entre pares. Los estudios existentes

han examinado los efectos de los pares en la difusión de innovaciones en diversos entornos, incluidos los productos y servicios (Goolsbee y Klenow 1999; Sorensen 2006; Kremer y Levy 2008; Luan y Neslin 2009), tecnologías (Munshi 2004; Bandiera y Rasul 2006; Conley y Udry 2010), servicios financieros (Banerjee et al. 2013) y programas sociales (Dahl et al. 2014). En estos estudios, muchas formas de efectos entre pares, incluyendo el boca a boca (Luan y Neslin 2009; 2013), aprendizaje social (Bandiera y Rasul 2006; Conley y Udry 2010), y las externalidades de la red (Goolsbee y Klenow 1999), se discuten footnote 1.

El trabajo de (Xiong et al. 2016) distingue tres interacciones básicas a través de las cuales se producen efectos entre pares en la difusión de innovaciones: transmisión de información, intercambio de experiencias y externalidades. Se denominan efecto de información, efecto de experiencia y efecto de externalidad, respectivamente. Específicamente, el efecto de la información se refiere a la influencia de la transmisión de información de sensibilización sobre la innovación y la información general sobre el costo y el beneficio de la adopción de la innovación. El efecto puede ocurrir a través de cualquier relación a través de la cual los individuos pueden comunicarse. El efecto de la experiencia caracteriza la influencia que se obtiene al compartir conocimientos experienciales (por ejemplo, conocimientos técnicos, técnicas localizadas) o recursos físicos (por ejemplo, semillas de un nuevo cultivo, herramientas) de los adoptantes anteriores. Estos conocimientos y recursos son generalmente escasos en esta etapa del proceso de difusión. Por lo tanto, el efecto de la experiencia se produce principalmente a través de relaciones sociales cercanas, como el parentesco o la amistad cercana. Además, el comportamiento de adopción de un individuo puede conducir a externalidades positivas o negativas. Pueden afectar a otras personas independientemente de si esas personas también adoptan la innovación. Las externalidades negativas conducen a la reducción de la recompensa al mantenerse en la elección original, y en consecuencia aumenta la propensión de los individuos a elegir la innovación, lo que a su vez aumenta la difusión en el grupo, generando un efecto de externalidad positivo. Del mismo modo, las externalidades positivas pueden generar un efecto de externalidad negativo. En estudios empíricos, el efecto de externalidad negativa rara vez se considera principalmente debido a la dificultad de recopilar datos. En general, los tres efectos tienen impactos significativos en las diferentes etapas del proceso de difusión. El efecto de información da forma al proceso principalmente en la etapa inicial, el efecto de experiencia en la etapa intermedia y el efecto de externalidad en la etapa tardía, como se muestra en la Fig. 1.

Los efectos de los pares se estudiaron previamente como un compuesto de diferentes mecanismos o en una forma específica (como inclinación social o externalidades de la red). Normalmente solo se consideró un mecanismo. Sin embargo, un proceso de difusión es muy a menudo moldeado por múltiples mecanismos simultáneamente, y cada mecanismo podría desempeñar un papel diferente en una fase diferente de la evolución del proceso. Diferentes mecanismos pueden tener potencialmente diferentes implicaciones políticas (Carrell et al. 2013; Alcalde 2013). Este trabajo es un estudio teórico para examinar las funciones de múltiples efectos entre pares en la difusión de innovaciones. Hemos elegido un caso de la adopción de un nuevo cultivo en la China rural para establecer nuestro modelo de simulación y seleccionar parámetros experimentales clave. En este caso, todos los hogares estaban bien informados del nuevo cultivo al comienzo de la difusión, y por lo tanto, el efecto de información queda excluido de nuestro modelo. Por lo tanto, nuestro modelo y estimación se centran en el efecto de la experiencia y el efecto de externalidad.

CONCLUSIÓN

Este estudio distingue tres mecanismos básicos subyacentes a través de los cuales se producen efectos entre pares en la difusión de la innovación: transmisión de información, intercambio de experiencias y externalidades. En consecuencia, los efectos del mismo nivel se clasifican como efecto de información, efecto de experiencia y efecto de externalidad. En el caso de la difusión de una innovación rural, constatamos que cada uno de los tres efectos desempeñaba un papel dominante en las etapas temprana, intermedia y tardía, respectivamente. Los efectos de los pares se pueden entender mejor investigando los efectos específicos y sus funciones en diferentes etapas del proceso de difusión dinámica.

Al referirnos al proceso de difusión de una innovación rural en el mundo real, desarrollamos un modelo basado en agentes que incorpora efectos de experiencia y externalidad en una red multiplex. El modelo nos

permite estimar la influencia de cada efecto específico e investigar la interacción de efectos positivos y negativos. En particular, examinamos cómo el efecto de la experiencia y el efecto de externalidad dan forma a la difusión conjuntamente. Mediante la realización de experimentos utilizando el modelo, obtuvimos varios hallazgos. En primer lugar, nuestro modelo replica con éxito la ampliamente reconocida curva de difusión en forma de S en el escenario de efecto de externalidad positivo. Este hallazgo es coherente con el patrón argumentado en la teoría de la difusión de innovaciones (Rogers 2003). Sin embargo, cuando hay un efecto negativo en el sistema (el efecto de externalidad negativo, en nuestro caso), la difusión vibrará alrededor de una tasa de nivel medio entre 0 y 100%. En consecuencia, la curva de difusión será fluctuante. Esta curva muestra la trayectoria de la interacción de efectos opuestos. En realidad, muchas innovaciones no terminan siendo adoptadas por toda la población de posibles adoptantes. Esto podría explicarse por la existencia de efectos negativos. Sin embargo, el papel de los efectos negativos generalmente se deja sin discutir en la literatura.

En segundo lugar, nuestros resultados de simulación muestran que el efecto de la experiencia tiene una influencia relativamente mayor en la difusión en la etapa anterior, mientras que el efecto de externalidad domina en la etapa posterior en el escenario de efecto de externalidad positivo. Junto con los hallazgos sobre el efecto de información que aprendimos en el caso del mundo real, es probable que sea cierto que cada uno de los tres efectos desempeña un papel dominante en una etapa diferente de un proceso de difusión completo, uno tras otro. Este patrón no se encuentra en el escenario de efecto de externalidad negativo, aunque ambas influencias siguen siendo significativas. Esto es quizás debido al hecho de que los efectos opuestos pueden compensar entre sí en el proceso de difusión, lo que deja la característica asociada con la fuerza de los efectos discretos. En general, el resultado sugiere que un proceso de difusión debe examinarse desde una perspectiva dinámica, y la influencia de cada efecto específico de pares debe estimarse en el período del proceso de difusión. Aunque se pueden encontrar un par de intentos de distinguir los mecanismos subyacentes a los efectos entre pares (Banerjee et al. 2013; 2014), ninguno de ellos examina los mecanismos en diferentes períodos del proceso de difusión.

En tercer lugar, encontramos que las propiedades de red de conectividad, transitividad y distancia de red pueden influir indirectamente en la difusión a través del efecto de par específico que ocurre en la red. Específicamente, en el escenario de efecto de externalidad positivo, tanto el efecto de experiencia como el efecto de externalidad generalmente se mejoran en redes bien conectadas, altamente transitivas y con baja distancia entre individuos. De este modo, se mejora la eficacia de la difusión. Estos hallazgos están en consonancia con los estudios existentes (Janssen y Jager 2003; 2013; Peres 2014). Sin embargo, no encontramos estudios teniendo en cuenta el efecto negativo. En el caso de efecto negativo, nuestro trabajo muestra que estas características dan forma a los dos efectos de una manera que ayuda a acelerar la difusión, pero tiende a reducir la cobertura que podría alcanzar. Estos juntos sugieren que cada efecto específico del par es remodelado por la estructura de la red donde ocurre. Esto podría influir aún más en la eficacia de la difusión.

En general, nuestro estudio muestra que necesita profundizar en los mecanismos causales subyacentes específicos cuando estudiamos los efectos entre pares. La influencia de cada mecanismo subyacente varía según las etapas del proceso de difusión y por las características topológicas de la red subyacente. Además, debe tenerse en cuenta el efecto negativo, si existe. Puede modificar sustancialmente el funcionamiento de la difusión y su resultado. Nuestro estudio también sugiere que podría ser un enfoque eficaz para investigar efectos específicos de pares mediante la realización de simulación en las redes sociales.

TRANSLATED VERSION: FRENCH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUITE: FRANÇAIS

Voici une traduction approximative des idées présentées ci-dessus. Cela a été fait pour donner une compréhension générale des idées présentées dans le document. Veuillez excuser toutes les erreurs grammaticales et ne pas tenir les auteurs originaux responsables de ces erreurs.

INTRODUCTION

Les interactions sociales peuvent façonner de manière significative les comportements économiques des individus. Cela est particulièrement vrai lorsqu'un individu se comporte dans des situations où les incertitudes sont incertaines. En particulier, la décision d'une personne d'adopter ou non une innovation (c.-à-d. L'idée, la pratique ou l'objet perçu comme nouveau (Rogers, 2003)) dépend souvent des décisions de ses amis, de ses proches, de ses collègues, etc. Cette influence sociale est appelée effets par les pairs. Des études existantes ont examiné les effets des pairs sur la diffusion des innovations dans divers contextes, y compris les produits et services (Goolsbee et Klenow, 1999; Sorensen 2006; Kremer et Levy 2008; Luan et Neslin 2009), technologies (Munshi 2004; Bandiera et Rasul 2006; Conley et Udry 2010), les services financiers (Banerjee et al., 2013) et les programmes sociaux (Dahl et al., 2014). Dans ces études, de nombreuses formes d'effets par les pairs, y compris le bouche à oreille (Luan et Neslin, 2009; Banerjee et coll. 2013), l'apprentissage social (Bandiera et Rasul, 2006; Conley et Udry 2010), et les externalités du réseau (Goolsbee et Klenow, 1999), sont discutées.

Les travaux de (Xiong et coll., 2016) distinguent trois interactions de base par lesquelles les effets des pairs ont lieu dans la diffusion d'innovations : transmission de l'information, partage d'expériences et externalités. Ils sont appelés effet d'information, effet d'expérience, et effet d'externalité, respectivement. Plus précisément, l'effet d'information fait référence à l'influence de la transmission de l'information de sensibilisation à l'innovation et à l'information générale sur le coût et les avantages de l'adoption de l'innovation. L'effet peut se produire par n'importe quel lien de relation par lequel les individus peuvent communiquer. L'effet d'expérience caractérise l'influence que l'on obtient en partageant des connaissances expérientielles (par exemple le savoir-faire, les techniques localisées) ou les ressources physiques (p. Ex. Graines d'une nouvelle culture, outils) auprès d'adoptants antérieurs. Ces connaissances et ces ressources sont généralement rares à ce stade du processus de diffusion. L'effet d'expérience se produit donc principalement par des relations sociales étroites, telles que la parenté ou l'amitié étroite. De plus, le comportement d'adoption d'une personne peut entraîner des externalités positives ou négatives. Ils peuvent toucher d'autres personnes, peu importe si ces personnes adoptent également l'innovation. Les externalités négatives conduisent à la réduction des gains lorsqu'ils restent sur le choix initial, et augmentent par conséquent la propension des individus à choisir l'innovation, ce qui augmente à son tour la diffusion dans le groupe, générant un effet d'externalité positif. De même, les externalités positives peuvent générer un effet d'extériorité négatif. Dans les études empiriques, l'effet d'extériorité négatif est rarement considéré principalement en raison de la difficulté de recueillir des données. En général, les trois effets ont des répercussions importantes sur les différentes étapes du processus de diffusion. L'effet d'information façonne le processus principalement à un stade précoce, l'effet d'expérience à l'étape intermédiaire et l'effet d'externalité à l'étape tardive, tel qu'il est décrit à la figure 1.

Les effets des pairs ont été précédemment étudiés soit en tant que composite de différents mécanismes, soit sous une forme spécifique (comme les orientations sociales ou les externalités des réseaux). En général, un seul mécanisme a été envisagé. Cependant, un processus de diffusion est très souvent façonné par plusieurs mécanismes simultanément, et chaque mécanisme pourrait jouer un rôle différent à une phase différente de l'évolution du processus. Différents mécanismes peuvent avoir des répercussions différentes sur les politiques (Carrell et coll., 2013; Alcalde 2013). Cet article est une étude théorique visant à examiner les rôles des effets multiples des pairs dans la diffusion des innovations. Nous avons choisi un cas d'adoption d'une nouvelle culture en Chine rurale pour mettre en place notre modèle de simulation et sélectionner des paramètres expérimentaux clés. Dans ce cas, tous les ménages étaient bien informés de la nouvelle culture au début de la diffusion, et donc, l'effet d'information est exclu de notre modèle. Notre modèle et notre estimation sont donc axés sur l'effet d'expérience et l'extériorité.

CONCLUSION

Cette étude distingue trois mécanismes sous-jacents de base par lesquels se produisent les effets des pairs dans la diffusion de l'innovation : la transmission de l'information, le partage de l'expérience et les externalités. En conséquence, les effets des pairs sont classés comme effet d'information, effet d'expérience et effet d'externalité. Dans le cas de la diffusion d'une innovation rurale, nous avons constaté que chacun des trois effets a joué un rôle dominant aux stades précoces, intermédiaires et tardifs, respectivement. Les effets des pairs peuvent être mieux compris en étudiant les effets spécifiques et leurs rôles à différentes étapes du processus de diffusion dynamique.

En se référant au processus de diffusion d'une innovation rurale dans le monde réel, nous avons développé un modèle basé sur les agents qui intègre l'expérience et les effets d'externalité sur un réseau multiplexe. Le modèle nous permet d'estimer l'influence de chaque effet spécifique et d'étudier l'interaction des effets positifs et négatifs. En particulier, nous avons examiné comment l'effet d'expérience et l'effet d'extériorité façonnent la diffusion conjointement. En menant des expériences à l'aide du modèle, nous avons obtenu plusieurs résultats. Tout d'abord, notre modèle reproduit avec succès la courbe de diffusion en forme de S largement reconnue dans le scénario d'un effet d'externalité positif. Cette constatation est conforme au modèle avancé dans la théorie de la diffusion des innovations (Rogers, 2003). Cependant, lorsqu'il y a un effet négatif dans le système (l'effet d'extériorité négatif, dans notre cas), la diffusion vibre autour d'un taux de niveau intermédiaire entre 0 et 100%. Par conséquent, la courbe de diffusion sera fluctuante. Cette courbe démontre la trajectoire de l'interaction des effets opposés. En réalité, de nombreuses innovations ne finissent pas par être adoptées par l'ensemble de la population d'adoptants potentiels. Cela pourrait être expliqué par l'existence d'effets négatifs. Cependant, le rôle des effets négatifs est habituellement laissé non divulgué dans la littérature.

Deuxièmement, nos résultats de simulation montrent que l'effet d'expérience a une influence relativement plus élevée sur la diffusion à un stade précoce, alors que l'effet d'externalité domine à un stade ultérieur dans le scénario d'effet d'externalité positif. Avec les conclusions concernant l'effet d'information que nous avons appris dans le cas réel, il est probable qu'il soit vrai que chacun des trois effets joue un rôle dominant à une étape différente d'un processus de diffusion complet, l'un après l'autre. Ce modèle n'est pas trouvé dans le scénario de l'effet d'extériorité négatif, bien que les deux influences soient encore significatives. Cela est peut-être dû au fait que les effets opposés peuvent se compenser les uns les autres dans le processus de diffusion, ce qui laisse la caractéristique associée à la force des effets discrète. En général, le résultat suggère qu'un processus de diffusion devrait être examiné d'un point de vue dynamique, et l'influence de chaque effet par les pairs spécifique doit être estimée d'ici la période du processus de diffusion. Bien qu'il soit possible de trouver quelques tentatives visant à distinguer les mécanismes sous-jacents aux effets des pairs (Banerjee et coll., 2013; Bursztyń et coll. 2014), aucun d'entre eux n'examine les mécanismes à différentes périodes du processus de diffusion.

Troisièmement, nous avons constaté que les propriétés réseau de connectivité, de transitivité et de distance du réseau peuvent indirectement influencer la diffusion par l'effet par les pairs spécifique qui se produit sur le réseau. Plus précisément, dans le scénario d'un effet d'extériorité positif, l'effet d'expérience et l'extériorité sont généralement améliorés dans les réseaux qui sont bien connectés, très transitifs et avec une faible distance entre les individus. L'efficacité de la diffusion est ainsi améliorée. Ces résultats sont conformes aux études existantes (Janssen et Jager, 2003; Laciana et coll. 2013; Peres 2014). Cependant, nous ne trouvons aucune étude considérant l'effet négatif. Dans le cas d'un effet négatif, notre travail montre que ces caractéristiques façonnent les deux effets d'une manière qui aide à accélérer la diffusion, mais tend à abaisser la couverture qu'il pourrait atteindre. Ces ensemble suggèrent que chaque effet d'égal spécifique est remodelé par la structure du réseau où il se produit. Cela pourrait influencer davantage l'efficacité de la diffusion.

Dans l'ensemble, notre étude montre qu'elle doit se pencher sur les mécanismes causaux sous-jacents spécifiques lorsque nous étudions les effets des pairs. L'influence de chaque mécanisme sous-jacent varie selon les étapes du processus de diffusion et par les caractéristiques topologiques du réseau sous-jacent. En

outré, l'effet négatif, s'il existe, doit être pris en compte. Il peut modifier substantiellement le déroulement de la diffusion et son résultat. Notre étude suggère également qu'il pourrait s'agir d'une approche efficace pour étudier les effets spécifiques des pairs en effectuant des simulations sur les réseaux sociaux.

TRANSLATED VERSION: GERMAN

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

ÜBERSETZTE VERSION: DEUTSCH

Hier ist eine ungefähre Übersetzung der oben vorgestellten Ideen. Dies wurde getan, um ein allgemeines Verständnis der in dem Dokument vorgestellten Ideen zu vermitteln. Bitte entschuldigen Sie alle grammatikalischen Fehler und machen Sie die ursprünglichen Autoren nicht für diese Fehler verantwortlich.

EINLEITUNG

Soziale Interaktionen können das wirtschaftliche Verhalten des Einzelnen maßgeblich prägen. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich ein Individuum in Situationen mit Unsicherheiten verhält. Insbesondere hängt die Entscheidung einer Person, ob eine Innovation (d. H. Die Idee, Praxis oder ein Objekt, die als neu wahrgenommen werden (Rogers 2003)) annehmen, oft von den Entscheidungen ihrer Freunde, Verwandten, Kollegen usw. Ab. Ein solcher sozialer Einfluss wird als Peer-Effekte bezeichnet. In bestehenden Studien wurden Peer-Effekte auf die Verbreitung von Innovationen in unterschiedlichen Bereichen untersucht, einschließlich Produkten und Dienstleistungen (Goolsbee und Klenow 1999; Sorensen 2006; Kremer und Levy 2008; Luan und Neslin 2009), Technologien (Munshi 2004; Bandiera und Rasul 2006; Conley und Udry 2010), Finanzdienstleistungen (Banerjee et al. 2013) und Sozialprogramme (Dahl et al. 2014). In diesen Studien, viele Formen von Peer-Effekte, einschließlich Mundpropaganda (Luan und Neslin 2009; Banerjee et al. 2013), soziales Lernen (Bandiera und Rasul 2006; Conley und Udry 2010) und Netzwerkexternalitäten (Goolsbee und Klenow 1999), werden diskutiert¹.

Die Arbeit von (Xiong et al. 2016) unterscheidet drei grundlegende Wechselwirkungen, durch die Peer-Effekte bei der Verbreitung von Innovationen stattfinden: Informationsübertragung, Erfahrungsaustausch und externe Effekte. Sie werden als Informationseffekt, Erfahrungseffekt bzw. Externalitätseffekt bezeichnet. Insbesondere bezieht sich der Informationseffekt auf den Einfluss der Übertragung von Sensibilisierungsinformationen über die Innovation und allgemeine Informationen über Kosten und Nutzen der Einführung der Innovation. Der Effekt kann durch alle Beziehungsbeziehungen auftreten, durch die Einzelpersonen kommunizieren können. Erfahrungseffekt charakterisiert den Einfluss, den man erhält, indem man Erfahrungswissen (z. B. Know-how, lokalisierte Techniken) oder physische Ressourcen (z. B. Samen einer neuen Kultur, Werkzeuge) von früheren Anwendern teilt. Solche Kenntnisse und Ressourcen sind in dieser Phase des Diffusionsprozesses im Allgemeinen knapp. Erfahrungseffekt entsteht also vor allem durch enge soziale Beziehungen wie Verwandtschaft oder enge Freundschaft. Darüber hinaus kann das Adoptionsverhalten einer Person zu positiven oder negativen externen Effekten führen. Sie können andere Personen betreffen, unabhängig davon, ob diese Personen auch die Innovation übernehmen. Negative externe Effekte führen zu einer Verringerung des Lohns, wenn sie bei der ursprünglichen Wahl bleiben, und erhöhen folglich die Neigung des Einzelnen, sich für die Innovation zu entscheiden, was wiederum die Diffusion in der Gruppe erhöht und einen positiven Externalitätseffekt erzeugt. Ebenso können positive Externalitäten einen negativen Externalitätseffekt erzeugen. In empirischen Studien wird der negative Externalitätseffekt selten vor allem aufgrund der Schwierigkeit der Datenerhebung berücksichtigt. Im Allgemeinen haben die drei Effekte erhebliche Auswirkungen auf

verschiedene Stadien des Diffusionsprozesses. Informationseffekt prägt den Prozess vor allem im Frühstadium, Erfahrungseffekt im Zwischenstadium und Externalitätseffekt im späten Stadium, wie in Abb. 1 dargestellt.

Peer-Effekte wurden zuvor entweder als Zusammengesetzte verschiedener Mechanismen oder in einer bestimmten Form (z. B. Soziale Neigung oder Netzwerkexternalitäten) untersucht. In der Regel wurde nur ein Mechanismus in Betracht gezogen. Ein Diffusionsprozess wird jedoch sehr oft von mehreren Mechanismen gleichzeitig geprägt, und jeder Mechanismus könnte in einer anderen Phase der Entwicklung des Prozesses eine andere Rolle spielen. Verschiedene Mechanismen können möglicherweise unterschiedliche politische Auswirkungen haben (Carrell et al. 2013; Alcalde 2013). Dieses Papier ist eine theoretische Studie, um die Rolle mehrerer Peer-Effekte bei der Verbreitung von Innovationen zu untersuchen. Wir haben uns für die Einführung einer neuen Kulturpflanze im ländlichen China entschieden, um unser Simulationsmodell einzurichten und die wichtigsten experimentellen Parameter auszuwählen. In diesem Fall waren alle Haushalte zu Beginn der Diffusion gut über die neue Ernte informiert, so dass der Informationseffekt von unserem Modell ausgeschlossen ist. Unser Modell und unsere Einschätzung konzentrieren sich daher auf Erfahrungseffekt und Externalitätseffekt.

SCHLUSSFOLGERUNG

Diese Studie unterscheidet drei grundlegende zugrunde liegende Mechanismen, durch die Peer-Effekte bei der Verbreitung von Innovation auftreten: Informationsübertragung, Erfahrungsaustausch und externe Effekte. Entsprechend werden Peer-Effekte als Informationseffekt, Erfahrungseffekt und Externalitätseffekt klassifiziert. Im Falle der Verbreitung einer ländlichen Innovation stellten wir fest, dass jeder der drei Effekte in der Frühen, Mittleren bzw. Späten Phase eine dominierende Rolle spielte. Peer-Effekte können besser verstanden werden, indem die spezifischen Effekte und ihre Rollen in verschiedenen Stadien des dynamischen Diffusionsprozesses untersucht werden.

Unter Bezugnahme auf den Diffusionsprozess einer ländlichen Innovation in der realen Welt haben wir ein agentenbasiertes Modell entwickelt, das Erfahrung und Externalitätseffekte in einem Multiplex-Netzwerk integriert. Das Modell ermöglicht es uns, den Einfluss jedes spezifischen Effekts abzuschätzen und das Zusammenspiel von positivem und negativem Effekt zu untersuchen. Insbesondere untersuchten wir, wie Erfahrungseffekt und Externalitätseffekt die Diffusion gemeinsam gestalten. Durch die Durchführung von Experimenten mit dem Modell haben wir mehrere Erkenntnisse erhalten. Zunächst repliziert unser Modell erfolgreich die weithin anerkannte S-förmige Diffusionskurve im Szenario des positiven Externalitätseffekts. Diese Feststellung steht im Einklang mit dem Muster, das in der Theorie der Verbreitung von Innovationen (Rogers 2003) argumentiert wird. Wenn es jedoch einen negativen Effekt im System gibt (in unserem Fall der negative Externalitätseffekt), vibriert die Diffusion um eine mittlere Rate zwischen 0 und 100%. Dementsprechend wird die Diffusionskurve schwankend sein. Diese Kurve zeigt die Flugbahn des Zusammenspiels von entgegengesetzten Effekten. In Wirklichkeit werden viele Innovationen nicht von der gesamten Bevölkerung potenzieller Anwender übernommen. Dies könnte auf das Vorliegen negativer Auswirkungen zu begründen sein. Die Rolle der negativen Auswirkungen wird jedoch in der Literatur in der Regel undiskutiert.

Zweitens zeigen unsere Simulationsergebnisse, dass der Erfahrungseffekt einen relativ höheren Einfluss auf die Diffusion im früheren Stadium hat, während der Externalitätseffekt im späteren Stadium des positiven Externalitätseffekts dominiert. Zusammen mit den Erkenntnissen über den Informationseffekt, den wir im realen Fall gelernt haben, ist es wahrscheinlich wahr, dass jeder der drei Effekte in einer anderen Phase eines vollständigen Diffusionsprozesses nacheinander eine dominierende Rolle spielt. Dieses Muster ist im Szenario des negativen Externalitätseffekts nicht zu finden, obwohl beide Einflüsse immer noch signifikant sind. Dies ist vielleicht auf die Tatsache zurückzuführen, dass die entgegengesetzten Effekte sich gegenseitig im Diffusionsprozess ausgleichen können, wodurch das mit der Stärke der Effekte verbundene Merkmal unauffällig bleibt. Im Allgemeinen schlägt das Ergebnis vor, dass ein Diffusionsprozess aus einer dynamischen Perspektive betrachtet werden sollte, und der Einfluss jedes spezifischen Peer-Effekts muss durch den Zeitraum im Diffusionsprozess geschätzt werden. Obwohl einige

Versuche gefunden werden können, Mechanismen zu unterscheiden, die Peer-Effekten zugrunde liegen (Banerjee et al. 2013; Bursztyrn et al. 2014), keiner von ihnen untersucht die Mechanismen in verschiedenen Perioden des Diffusionsprozesses.

Drittens stellen wir fest, dass Netzwerkeigenschaften von Konnektivität, Transitivität und Netzwerkentfernung indirekt die Diffusion durch den spezifischen Peer-Effekt beeinflussen können, der im Netzwerk auftritt. Insbesondere im Szenario des positiven Externalitätseffekts werden sowohl der Erfahrungseffekt als auch der Externalitätseffekt in Netzwerken, die gut vernetzt, stark transitiv und mit geringem Abstand zwischen Individuen sind, im Allgemeinen verstärkt. Die Wirksamkeit der Diffusion wird dadurch verbessert. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit bestehenden Studien (Janssen und Jager 2003; Laciana et al. 2013; Peres 2014). Wir finden jedoch keine Studien, die den negativen Effekt berücksichtigen. Im Falle von negativen Effekten zeigt unsere Arbeit, dass diese Eigenschaften die beiden Effekte in einer Weise formen, die die Diffusion beschleunigt, aber dazu neigt, die Abdeckung zu senken, die sie erreichen könnte. Diese deuten zusammen darauf hin, dass jeder spezifische Peer-Effekt durch die Struktur des Netzwerks, in dem er auftritt, umgestaltet wird. Dies könnte die Wirksamkeit der Diffusion weiter beeinflussen.

Insgesamt zeigt unsere Studie, dass sie bei der Untersuchung von Peer-Effekten in die spezifischen zugrunde liegenden Kausalmechanismen eintauchen muss. Der Einfluss jedes zugrunde liegenden Mechanismus variiert je nach Stadium des Diffusionsprozesses und nach den topologischen Merkmalen des zugrunde liegenden Netzes. Darüber hinaus sollte der negative Effekt, sofern vorhanden, berücksichtigt werden. Sie kann die Art und Weise, wie die Diffusion verläuft und wie sie sich aushandelt, wesentlich verändern. Unsere Studie legt auch nahe, dass es ein effektiverer Ansatz sein könnte, um spezifische Peer-Effekte zu untersuchen, indem Simulationen in sozialen Netzwerken durchgeführt werden.

TRANSLATED VERSION: PORTUGUESE

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSÃO TRADUZIDA: PORTUGUÊS

Aqui está uma tradução aproximada das ideias acima apresentadas. Isto foi feito para dar uma compreensão geral das ideias apresentadas no documento. Por favor, desculpe todos os erros gramaticais e não responsabilize os autores originais responsáveis por estes erros.

INTRODUÇÃO

As interações sociais podem moldar significativamente os comportamentos económicos dos indivíduos. Isto é especialmente verdade quando um indivíduo se comporta em situações com incertezas. Em particular, a decisão de um indivíduo sobre a adoção de uma inovação (isto é, a ideia, a prática ou o objeto que são vistos como novos (Rogers 2003)) depende frequentemente das decisões dos seus amigos, familiares, colegas, etc. Tal influência social é referida como efeitos pares. Os estudos existentes examinaram os efeitos dos pares na difusão de inovações em ambientes variados, incluindo produtos e serviços (Goolsbee e Klenow 1999; Sorensen 2006; Kremer e Levy 2008; Luan e Neslin 2009), tecnologias (Munshi 2004; Bandiera e Rasul 2006; Conley e Udry 2010), serviços financeiros (Banerjee et al. 2013) e programas sociais (Dahl et al. 2014). Nestes estudos, muitas formas de efeitos pares, incluindo a palavra boca-boca (Luan e Neslin 2009; Banerjee et al. 2013), aprendizagem social (Bandiera e Rasul 2006; Conley e Udry 2010), e externalidades da rede (Goolsbee e Klenow 1999), são discutidos¹.

O trabalho de (Xiong et al. 2016) distingue três interações básicas através das quais os efeitos dos pares ocorrem na difusão de inovações: transmitir informação, partilhar experiências e externalidades. São denominados efeito informativo, efeito de experiência e efeito de externalidade, respectivamente. Especificamente, o efeito informativo refere-se à influência da transmissão de informações de

sensibilização sobre a inovação e informação geral sobre o custo e o benefício da adoção da inovação. O efeito pode ocorrer através de qualquer relacionamento através do qual os indivíduos podem comunicar. O efeito da experiência caracteriza a influência que se obtém através da partilha de conhecimentos experienciais (por exemplo, know-how, técnicas locais) ou recursos físicos (por exemplo, sementes de uma nova cultura, ferramentas) de adotantes anteriores. Tais conhecimentos e recursos são geralmente escassos nesta fase do processo de difusão. O efeito de experiência ocorre assim principalmente através de relações sociais próximas, como parentesco ou amizade próxima. Além disso, o comportamento de adoção de um indivíduo pode conduzir a externalidades positivas ou negativas. Podem afetar outros indivíduos, independentemente de esses indivíduos também adotarem a inovação. As externalidades negativas conduzem à redução do pagamento quando se mantém na escolha original e, conseqüentemente, aumentam a propensão dos indivíduos à escolha da inovação, o que, por sua vez, aumenta a difusão no grupo, gerando um efeito de externalidade positivo. Do mesmo modo, externalidades positivas podem gerar um efeito de externalidade negativo. Em estudos empíricos, o efeito de externalidade negativa raramente é considerado principalmente devido à dificuldade de recolher dados. Em geral, os três efeitos têm impactos significativos em diferentes fases do processo de difusão. O efeito informação molda o processo principalmente na fase inicial, o efeito de experiência na fase intermédia e o efeito de externalidade na fase final, tal como retratado na Fig. 1.

Os efeitos pelos pares foram previamente estudados quer como um compósito de diferentes mecanismos ou de uma forma específica (tais como inclinação social ou externalidades da rede). Normalmente, apenas um mecanismo foi considerado. No entanto, um processo de difusão é muitas vezes moldado por múltiplos mecanismos simultaneamente, e cada mecanismo poderia desempenhar um papel diferente numa fase diferente da evolução do processo. Diferentes mecanismos podem potencialmente ter diferentes implicações políticas (Carrell et al. 2013; Alcalde 2013). Este trabalho é um estudo teórico para examinar os papéis de múltiplos efeitos pares na difusão de inovações. Escolhemos um caso de adoção de uma nova cultura na China rural para criar o nosso modelo de simulação e selecionar os principais parâmetros experimentais. Neste caso, todas as famílias foram bem informadas da nova cultura no início da difusão, pelo que o efeito informação é excluído do nosso modelo. O nosso modelo e estimativa estão, portanto, focados no efeito de experiência e no efeito de externalidade.

CONCLUSÃO

Este estudo distingue três mecanismos básicos subjacentes através dos quais ocorrem efeitos pares na difusão da inovação: transmissão de informação, partilha de experiências e externalidades. Conseqüentemente, os efeitos pelos pares são classificados como efeito de informação, efeito de experiência e efeito de externalidade. No caso da difusão de uma inovação rural, constato que cada um dos três efeitos desempenhou um papel dominante nas fases iniciais, intermédias e tardias, respectivamente. Os efeitos dos pares podem ser melhor compreendidos investigando os efeitos específicos e os seus papéis em diferentes fases do processo dinâmico de difusão.

Ao referirmo-nos ao processo de difusão de uma inovação rural no mundo real, desenvolvemos um modelo baseado em agentes que incorpora experiência e efeitos de externalidade numa rede multiplex. O modelo permite-nos estimar a influência de cada efeito específico e investigar a interação de efeitos positivos e negativos. Em particular, analisámos como o efeito da experiência e o efeito de externalidade moldam a difusão em conjunto. Ao realizar experiências usando o modelo, obtivemos várias descobertas. Em primeiro lugar, o nosso modelo replica com sucesso a amplamente reconhecida curva de difusão em forma de S no cenário de efeito de externalidade positivo. Esta constatação é consistente com o padrão argumentado na teoria da difusão das inovações (Rogers 2003). No entanto, quando há um efeito negativo no sistema (o efeito de externalidade negativa, no nosso caso), a difusão vibrará em torno de uma taxa de nível médio entre 0 e 100%. Assim, a curva de difusão será flutuante. Esta curva demonstra a trajetória da interação de efeitos opostos. Na realidade, muitas inovações não acabam por ser adotadas por toda a população de potenciais adotantes. Isto poderia ser contabilizado pela existência de efeitos negativos. No entanto, o papel dos efeitos negativos é geralmente deixado por discutir na literatura.

Em segundo lugar, os nossos resultados de simulação mostram que o efeito de experiência tem uma influência relativamente maior na difusão na fase inicial, enquanto o efeito de externalidade domina na fase posterior no cenário de efeito de externalidade positivo. Juntamente com as conclusões relativas ao efeito de informação que aprendemos no caso real, é provável que cada um dos três efeitos desem um papel dominante numa fase diferente de um processo de difusão completa, um após o outro. Este padrão não se encontra no cenário de efeito de externalidade negativo, embora ambas as influências ainda sejam significativas. Isto deve-se talvez ao facto de os efeitos opostos poderem compensar-se mutuamente no processo de difusão, o que deixa a característica associada à força dos efeitos pouco evidentes. Em geral, o resultado sugere que um processo de difusão deve ser examinado numa perspetiva dinâmica, e a influência de cada efeito de pares específico deve ser estimada pelo período do processo de difusão. Embora possam ser encontradas algumas tentativas de distinguir os mecanismos subjacentes aos efeitos dos pares (Banerjee et al. 2013; Bursztyrn et al. 2014), nenhum deles examina os mecanismos em diferentes períodos do processo de difusão.

Em terceiro lugar, descobrimos que as propriedades da rede de conectividade, transitividade e distância de rede podem indiretamente influenciar a difusão através do efeito específico dos pares que ocorre na rede. Especificamente, no cenário de efeito positivo de externalidade, tanto o efeito de experiência como o efeito de externalidade são geralmente melhorados em redes bem conectadas, altamente transitivas, e com baixa distância entre indivíduos. Assim, a eficácia da difusão é melhorada. Estas conclusões estão em consonância com os estudos existentes (Janssen e Jager 2003; Laciana et al. 2013; Peres 2014). No entanto, não encontramos estudos tendo em conta o efeito negativo. No caso de efeitos negativos, o nosso trabalho mostra que estas características moldam os dois efeitos de uma forma que ajuda a acelerar a difusão, mas tende a diminuir a cobertura que poderia alcançar. Estes juntos sugerem que cada efeito de pares específico é remodelado pela estrutura da rede onde ocorre. Isto poderia influenciar ainda mais a eficácia da difusão.

Globalmente, o nosso estudo mostra que precisa de aprofundar os mecanismos causais específicos subjacentes quando estudamos os efeitos dos pares. A influência de cada mecanismo subjacente varia em termos de fase do processo de difusão e pelas características topológicas da rede subjacente. Além disso, o efeito negativo, se existir, deve ser tomado em consideração. Pode modificar substancialmente a forma como a difusão prossegue e o seu resultado. O nosso estudo sugere também que poderia ser uma abordagem eficaz para investigar determinados efeitos pares através da realização de simulações nas redes sociais.