

Influential Article Review- Effects of the Open Collaboration Workspace

Clinton Parker

Katie Wise

Malcolm Baldwin

This paper examines interaction in workspace. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper: Organizations' pursuit of increased workplace collaboration has led managers to transform traditional office spaces into 'open', transparency-enhancing architectures with fewer walls, doors and other spatial boundaries, yet there is scant direct empirical research on how human interaction patterns change as a result of these architectural changes. In two intervention-based field studies of corporate headquarters transitioning to more open office spaces, we empirically examined—using digital data from advanced wearable devices and from electronic communication servers—the effect of open office architectures on employees' face-to-face, email and instant messaging (IM) interaction patterns. Contrary to common belief, the volume of face-to-face interaction decreased significantly (approx. 70%) in both cases, with an associated increase in electronic interaction. In short, rather than prompting increasingly vibrant face-to-face collaboration, open architecture appeared to trigger a natural human response to socially withdraw from officemates and interact instead over email and IM. This is the first study to empirically measure both face-to-face and electronic interaction before and after the adoption of open office architecture. The results inform our understanding of the impact on human behaviour of workspaces that trend towards fewer spatial boundaries. This article is part of the theme issue 'Interdisciplinary approaches for uncovering the impacts of architecture on collective behaviour'. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.

Keywords: interaction, transparency, collaboration, communication, spatial boundaries, collective intelligence

SUMMARY

- We began with a specific research question: does removing spatial boundaries at work to create open, unbounded offices increase interaction? Our two empirical field studies were consistent in their answer: open, unbounded offices reduce F2F interaction with a magnitude, in these contexts, of about 70%. Electronic interaction takes up at least some of the slack, increasing by roughly 20% to 50%.
- Many organizations, like our two field sites, transform their office architectures into open spaces with the intention of creating more F2F interaction and thus a more vibrant work environment.

While the earliest work assumed open spaces would promote collective intelligence among humans, our findings support more recent work that has begun to suggest otherwise.

- Kao & Couzin, in modelling the presence of multiple cues and the possibility of observing them, find that intermediate levels of cues produce higher levels of collective intelligence. We see a close relationship between our finding that open, ‘transparent’ offices may be overstimulating and thus decrease organizational productivity and Kao & Couzin's demonstration that finitely bounded, and often small, group size maximizes decision accuracy in complex, realistic environments.
- Complementing prior research on media richness suggesting that substituting email for F2F interaction can lower productivity, our studies highlight two other consequences.
- First, because fundamentally different mechanisms drive F2F and email interaction, the physical propinquity that redesigned offices seek to achieve has a direct effect only on F2F interaction, not on email, yet drives interaction from F2F to email. Adopting open offices, therefore, appears to have the perverse outcome of reducing rather than increasing productive interaction.

HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE

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

Bernstein, E. S., & Turban, S. (2018). The impact of the ‘open’ workspace on human collaboration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1753), 20170239. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0239>

This is the link to the publisher’s website:

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2017.0239>

INTRODUCTION

Boundaries between ‘us’ and ‘them’ have long captured human interest. Yet even as social scientists continue to study the value of a vast array of boundaries, in an era in which the nature of work is changing, managers and organizational scholars have increasingly framed boundaries as barriers to interaction that ought to be spanned, permeated or blurred to increase collaboration. In the most physically salient and concrete example, ‘spatial boundaries’ at work—such as office or cubicle walls—are being removed to create open ‘unbounded’ offices in order to stimulate greater collaboration and collective intelligence. Does it work?

Prior theory is divided—and empirical evidence mixed—on the effect that removing spatial boundaries has on human behaviour in the space previously within those boundaries. On the one hand, sociological theory presents a strong argument that removing spatial boundaries to bring more people into contact should *increase* collaboration and collective intelligence. The notion that propinquity, or proximity, predicts social interaction—driving the formation of social ties and therefore information exchange and collaboration—is one of the most robust findings in sociology. It has been observed in contexts as diverse as the US Congress, nineteenth-century boarding houses, college dormitories, laboratories, co-working spaces and corporate buildings. When spatial boundaries—such as walls—are removed, individuals feel more physically proximate, which, such theory suggests, should lead to more interaction. Such interaction is a necessary foundation for collective intelligence—a form of distributed intelligence that arises from the social interaction of individuals and that predicts, more so than the intelligence of individual members, a group's general ability to perform a wide variety of tasks. Much like the swarm intelligence observed among cognitively simple agents such as social insects and other animals, collective intelligence for groups of humans requires interaction. If greater propinquity drives greater interaction, it should generate greater collaboration and collective intelligence.

On the other hand, some organizational scholars, especially social psychologists and environmental psychologists, have shown that removing spatial boundaries can *decrease* collaboration and collective

intelligence. Spatial boundaries have long served a functional role at multiple levels of analysis, helping people make sense of their environment by modularizing it, clarifying who is watching and who is not, who has information and who does not, who belongs and who does not, who controls what and who does not, to whom one answers and to whom one does not. This school of thought, like theories of organizational design and architecture, assumes that spatial boundaries built into workspace architecture support collaboration and collective intelligence by mitigating the effects of the cognitive constraints of the human beings working within them. Like social insects which swarm within functionally-determined zones ‘partitioned’ by spatial boundaries (e.g. hives, nests or schools), human beings—despite their greater cognitive abilities—may also require boundaries to constrain their interactions, thereby reducing the potential for overload, distraction, bias, myopia and other symptoms of bounded rationality. Research as far back as the foundational Hawthorne Studies shows that being walled off can therefore increase interaction within the separated group. Similarly, subsequent workplace design research—though mixed in its findings—suggests that open offices can reduce certain conditions conducive to collaboration and collective intelligence, including employee satisfaction, focus, psychological privacy and other affective and behavioural responses. Such negative psychological effects of open offices conceivably may lead to less, not more, interaction between those within them, reducing collaboration and collective intelligence.

To our knowledge, no prior study has directly measured the effect on *actual interaction* that results from removing spatial boundaries to create an open office environment. Past workplace design research, rather than directly and objectively measuring behaviours, has relied heavily on survey-based or activity-log methodologies, which provided self-reported measures, or on social observation studies, which provided an observer's subjective interpretation of human interactions. Several decades ago, when much of the workplace design research was conducted, measuring actual interaction patterns of individuals at work in both traditional and open office environments would have been prohibitively difficult, but new ‘people analytics’ technology has made it quite feasible.

Using two field studies of organizations transforming their office architecture by removing spatial boundaries to become more open, we empirically measure the effect on interaction, carefully tracking face-to-face (F2F) interaction before and after the transition with wearable sociometric devices that avoid the imprecise and subjective survey-based self-reported measures typical of previous office collaboration studies. We also measure two digital channels of interaction—email and instant messaging—using information from the organizations' own servers.

In the first study, we focus on the most basic set of empirical questions: what is the effect of transitioning from cubicles to open workspaces on the overall *volume* and *type* of interaction, with what implications for organizational performance based on the company's own performance management system? In the second study, we replicate the first study's results and then consider two more-targeted empirical questions: how does spatial *distance* between workstations moderate the effect of transitioning from cubicles to open workspaces and how do individual employee interaction *networks*, both F2F and electronic, change differentially? While the first study considers interactions involving *individuals*, the second considers interactions for *dyads* (both sides of the interaction), allowing a more precise but limited investigation of the effects.

STUDY 1

The first empirical study, a quasi-field experiment, was conducted at the global headquarters of OpenCo1, a Fortune 500 multinational. In a so-called war on walls, OpenCo1 decided to use the latest open office workstation products to completely transform the wall-bounded workspaces in its headquarters so that one entire floor was open, transparent and boundaryless.

The redesign—which required people to move from assigned seats on their original floor to similarly assigned seats on a redesigned floor of the same size—affected employees in functions including technology, sales and pricing, human resources (HR), finance, and product development, as well as the top leadership. Of those people, a cluster of 52 (roughly 40%) agreed to participate in the experiment. A comparison of HR data for participants and nonparticipants provided no evidence of nonresponse bias.

Because of the nature of office space, all employees moved from the old space to the redesigned space at the same time, so the experiment was structured with an interrupted time-series design.

To capture a full, data-rich picture of interaction patterns both before and after the boundaries were removed, participants were asked to wear a sensor, known as a sociometric badge, that recorded, in great detail, their F2F interactions: an infrared (IR) sensor captured whom they were facing (by making contact with the other person's IR sensor), microphones captured whether they were talking or listening (but not what was said), an accelerometer captured body movement and posture, and a Bluetooth sensor captured spatial location (figure 1). All sensors recorded time-stamped data in 10 ms intervals. Based on prior research using these sociometric badges, an F2F interaction was recorded when three conditions were met: two or more badges (i) were facing each other (with uninterrupted infrared line-of-sight), (ii) detected alternating speaking, and (iii) were within 10 m of each other. The interaction ended when any of the three criteria ceased to be true for more than 5 s. While these criteria were based on precedent from significant prior use of sociometric badges, sensitivity analysis showed the results to be robust to reasonable alternative assumptions (including shorter distances in 1 m increments, different lag times before concluding an interaction, and different speaking patterns). This F2F data was combined with email and IM data for the same time periods, collected from the company's servers, to create a full picture of these professionals' interactions before and after the redesign.

Data was collected in two phases: for 15 workdays (three weeks) before the redesign and, roughly three months later, for 15 workdays after the redesign. Three-week data collection windows were chosen as a balance between the organization's desire to minimize the burden of the research study on its employees and our need to control for the possibility of idiosyncratic daily and weekly variations in employee schedules. The three-month gap between phases was chosen for two reasons. First, work at OpenCo1's global headquarters followed quarterly cycles, so a three-month gap allowed us to conduct the two data-collection phases at the same point in the quarter. Second, it allowed just over two months of adjustment after the move, enough for people to have settled into their new environment but not so much that the work they did could have changed much.

The dataset included 96 778 F2F interactions, 84 026 emails (18 748 sent, 55 012 received, 9755 received by cc and 511 received by bcc) and 25 691 IMs (consisting of 221 426 words). The most straightforward and conservative empirical strategy for analysing the intervention was to simply aggregate and then compare pre-intervention and post-intervention volumes:

$$Y_{it} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{it}) + \sum \text{person fixed effects} + \varepsilon_{it}.$$

Y_{it} , the dependent variable, is the amount of interaction—F2F or electronic—where ‘i’ is the individual in question and ‘t’ is the phase (pre- or post-redesign). Post_{it} is an indicator variable that equals 1 if the interaction occurred after the redesign. The main estimation used ordinary least-squares (OLS) regressions with person fixed effects, although all results were robust to the exclusion of person fixed effects. Standard errors were corrected for autocorrelation and clustered by individuals. If the redesign increased F2F interaction, we should see a positive and significant β_1 —the coefficient reported in the ‘Post’ column of table 1—when Y_{it} is F2F interaction (the first row of table 1). More generally, in table 1, the effect on a particular kind of interaction due to the transition to more open architecture is reported in the ‘post’ column, where a negative number indicates reduced interaction and a positive number indicates increased interaction.

Study 1 Results

Volume of Interaction

Although OpenCo1's primary purpose in opening up the space had been to increase F2F interactions, the 52 participants now spent 72% less time interacting with F2F. Prior to the redesign, they accumulated 5266 min of interaction over 15 days, or roughly 5.8 h of F2F interaction per person per day. After the

redesign, those same people accumulated only 1492 min of interaction over 15 days, or roughly 1.7 h per person per day.

Even though everyone on the floor could see everyone else all the time (or perhaps because they could), virtual interaction replaced F2F interaction in the newly boundaryless space. After the redesign, participants collectively sent 56% (66) more emails to other participants over 15 days, received 20% (78) more emails from other participants, and were cc'd on 41% (27) more emails from other participants. (For the received and cc'd volumes, emails sent are counted once for each recipient.) Bcc: activity, which was low in volume and limited to a small subset of individuals, did not significantly change. IM message activity increased by 67% (99 more messages) and words sent by IM increased by 75% (850 more words). Thus—to restate more precisely—in boundaryless space, electronic interaction replaced F2F interaction.

Performance Outcome

Should we be concerned about these effects? One indication of the meaningfulness of this shift in behaviour was its effect on performance. In an internal and confidential management review, OpenCo1 executives reported to us qualitatively that productivity, as defined by the metrics used by their internal performance management system, had declined after the redesign to eliminate spatial boundaries. Consistent with research on the impact of a decline in media richness on productivity and on the particular challenges of email, it is not necessarily surprising that productivity declined due to a substitution of email for F2F interaction. What is surprising is that more open, transparent architecture prompted such a substitution.

STUDY 2

Given the findings from Study 1, another organization was recruited to further this research. Our goal was to conduct a conceptual replication of the first study with a longer time window. This second empirical study was also a quasi-field experiment at a Fortune 500 multinational and was conducted at the global headquarters of OpenCo2.² At the time of the study, OpenCo2 was in the process of a multi-year headquarters redesign, which—as in Study 1—involved a transformation from assigned seats in cubicles to similarly assigned seats in an open office design, with large rooms of desks and monitors and no dividers between people's desks.

We again collected F2F data using sociometric badges and email data from company servers, this time for 100 employees from a single floor, which was roughly 45% of the employees on that floor. As in Study 1, data were collected in two phases: for eight weeks starting three months prior to the redesign of this particular floor and for eight weeks starting two months after the redesign. But for this study, we also collected detailed data on the participants; namely, three employee attributes—gender, team assignment and role—and one architectural attribute—desk location. In the first phase, desks were in cubicles, so seats were roughly 2 m apart and directly adjacent to one another. In the second phase, seats still lay roughly 2 m apart and directly adjacent to one another, but were grouped at undivided and unwallled tables of six to eight. Seat location allowed us to calculate the physical distance between dyads of employee workstations before and after the redesign, such that we could include physical distance, as well as the other employee attributes, as control variables. The OpenCo2 dataset included 63 363 min of F2F interaction and 25 553 emails, all generated by 1830 dyads—those with interaction—of the 100 employees involved. Mindful of Study 1's consistent results across multiple forms of electronic communication, Study 2 only collected email data to measure electronic interaction. The empirical strategy was similar:

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + \sum \text{dyad fixed effects} + \varepsilon_{jt}$$

and

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + (\beta_2 \times \text{Physical Distance}_{jt}) + (\beta_3 \times \text{Gender}_j) + (\beta_4 \times \text{Team}_j) + (\beta_5 \times \text{Role}_j) + \varepsilon_{jt}.$$

In equation (3.1), as in equation (2.1), Y_{jt} , the dependent variable, is the amount of interaction, F2F or electronic. However, because the physical-distance control variable was dyadic, Y_{jt} must also be specific to a particular dyad 'j' (rather than to an individual 'i', as in Study 1). As in Study 1, 't' refers to the phase (pre- or post-redesign). $Post_{jt}$ is an indicator variable that equals 1 if the dyadic interaction occurred after the redesign. In equation (3.2), we investigate specific control variables—characteristics of each dyad—rather than just dyad fixed effects. Physical Distance $_{jt}$ is the distance between the dyad's workstations, measured as the shortest walking path (in metres). Gender $_j$, Team $_j$ and Role $_j$ are indicator variables that equal 1 if the two individuals in the dyad were of the same gender, on the same team, or in the same role, and equal 0 otherwise. The main estimation used OLS regressions with either dyad fixed effects (2) or distance, gender, team and role controls (3). Standard errors of the coefficients were corrected for autocorrelation and clustered by dyad. If the redesign increased F2F interaction, we should see a positive and significant β_1 —the coefficient reported in the 'post' row of table 2—when Y_{it} is F2F interaction. More generally, in table 2, we report the effect of the transition to open architecture on particular types of interaction in the 'post' row, where a negative number indicates reduced interaction and a positive number indicates increased interaction. For the control variables, we report the coefficient for the entire sample without regard to whether the office architecture involved cubicles or open spaces, as our purpose in including those variables is to remove gender, team and role effects from the variable of interest, Post. For example, the significant and positive coefficient for Team means that those on the same team communicated more than those on different teams (for both cubicles and open spaces), and the significant and positive coefficient for Role means that those in the same role communicated more than those in different roles (for both cubicles and open spaces).

Study 2 Results

Volume of Interactions

As a result of the redesign, 643 dyads decreased their F2F interaction and 141 dyads increased it. At the same time, 222 dyads decreased their email interaction and 374 dyads increased it. Like OpenCo1, OpenCo2 had hoped, by opening up the space, to increase F2F interactions, but the results did not bear this out. The 100 employees—or 1830 dyads—we tracked spent between 67% (Model 1, 12.79/17.99) and 71% (Model 2, 9.81/14.63) *less* time interacting F2F. Instead, they emailed each other between 22% (Model 3, 1.24/5.75) and 50% (Model 4, 1.54/3.07) more.

As one might suspect, dyads on the same team or with the same role communicated more, both F2F and by email, relative to dyads on different teams or in different roles. Gender, in contrast, had no significant effect on the volume of either form of interaction. Physical distance did show a small inverse effect on F2F interaction (Model 2): the nearer the two workstations, the more F2F interaction. This effect was notable both for its small size relative to the size of the effect of the open office and for the fact that it was limited to F2F interaction (not email). We investigate this in further detail next.

The Effect of Physical Distance on F2F Versus Email

Model 2 of table 2 shows that the effect of physical distance on F2F interaction is small—and the effect on email insignificant—relative to that of openness. The relatively small effect of distance on F2F interaction was surprising given that repeated studies have shown that people talk more to those who are physically closer to them. When others are physically proximate, it is easier to be aware of them, start conversations with them unexpectedly, encounter or overhear them, and manage their impressions of our collaborative work behaviour. Nonetheless, our review of these prior studies found none that directly measured interaction volumes, and thus perhaps—while present—the effect of distance on F2F interaction may be far more minimal than previously thought.

Table 2, however, does not allow us to compare the relative effects of physical distance on F2F interaction and on email interaction. To do so, we used a latent space model called the Latent Position Clustering Model to take into account clustering and to control for other covariates. We find that physical distance affected F2F interaction twice as much as it did email interaction. As a robustness check, we used several machine learning algorithms, such as a Random Forest, to see if changes in F2F networks prompted

by changes in physical distance predicted changes in email networks. Across all models, we find that F2F networks and email networks respond very differently to changes in the built environment, with changes in one type of network failing to predict changes in the other.

This variance between the adaptation of F2F and electronic networks in response to a change in physical space is an important finding for future research on collaboration and collective intelligence. In several notable cases, past research has relied on email alone to study topics ranging from the Enron debacle to the relationship between office layout and interaction, basing claims about F2F interaction on findings from electronic interaction data. Our finding that changes in workplace design affect electronic and F2F interaction networks differently (and, on some measures, in opposite directions) should make future researchers wary of using one network as a proxy for the other.

DISCUSSION

We began with a specific research question: does removing spatial boundaries at work to create open, unbounded offices increase interaction? Our two empirical field studies were consistent in their answer: open, unbounded offices reduce F2F interaction with a magnitude, in these contexts, of about 70%. Electronic interaction takes up at least some of the slack, increasing by roughly 20% to 50% (as measured by 'To:' received email).

Many organizations, like our two field sites, transform their office architectures into open spaces with the intention of creating more F2F interaction and thus a more vibrant work environment. What they often get—as captured by a steady stream of news articles professing the death of the open office—is an open expanse of proximal employees choosing to isolate themselves as best they can (e.g. by wearing large headphones) while appearing to be as busy as possible (since everyone can see them). Recent studies and earlier research have investigated the self-reported dissatisfaction of employees in open offices, but to our knowledge, we are the first to empirically study the direct behavioural impact of open office space on the volume of F2F and electronic interaction. Our results support three cautionary tales.

First, transitions to open office architecture do not necessarily promote open interaction. Consistent with the fundamental human desire for privacy and prior evidence that privacy may increase productivity, when office architecture makes everyone more observable or 'transparent', it can dampen F2F interaction, as employees find other strategies to preserve their privacy; for example, by choosing a different channel through which to communicate. Rather than have an F2F interaction in front of a large audience of peers, an employee might look around, see that a particular person is at his or her desk, and send an email.

The second caution relates to the impact of a transition to open office architecture on collective intelligence. We still have much to learn about how collective intelligence works, as we borrow from and distinguish parallel work on swarm intelligence among social insects and some other animals. While the earliest work assumed open spaces would promote collective intelligence among humans, our findings support more recent work that has begun to suggest otherwise. Kao & Couzin, in modelling the presence of multiple cues and the possibility of observing them, find that intermediate (rather than maximal) levels of cues produce higher levels of collective intelligence. We see a close relationship between our finding that open, 'transparent' offices may be overstimulating and thus decrease organizational productivity and Kao & Couzin's demonstration that finitely bounded, and often small, group size maximizes decision accuracy in complex, realistic environments. Similarly, recent collective intelligence work suggests that, like our open offices, too much information from social data can be problematic, partly because of challenges focusing attention, but also for reasons that extend to more general functions of human cognition. For example, by connecting human cognition and collective intelligence with the behaviour of eusocial insects, Toyokawa *et al.* found that richness in social information was detrimental to collective intelligence outcomes, with performance being best when social learning opportunities were constrained. Similarly, in a study involving human subjects, Bernstein *et al.* found that intermittent rather than constant social influence produced the best performance among humans collectively engaged in complex problem solving. As we are reminded in Hight & Perry's article on collective intelligence and architectural design, 'collective intelligence is not simply technical, but also explicitly social, political, and by extension, professional' [2,

p. 6]. Our findings empirically reinforce their caution that the relationship between architectural design and collective intelligence extends beyond technical considerations.

The third caution is that transitions to open office architecture can have different effects on different channels of interaction. In our studies, openness decreased F2F interaction with an associated increase in email interaction. In the digital age, employees can choose from multiple channels of interaction and a change in office architecture may affect that choice.

Complementing prior research on media richness suggesting that substituting email for F2F interaction can lower productivity, our studies highlight two other consequences. First, because fundamentally different mechanisms drive F2F and email interaction, the physical propinquity that redesigned offices seek to achieve has a direct effect only on F2F interaction, not on email, yet drives interaction from F2F to email. Adopting open offices, therefore, appears to have the perverse outcome of reducing rather than increasing productive interaction. Second, F2F and email networks differ. Although prior studies have investigated one or the other, none has empirically linked F2F and email network interaction to discern how good a proxy one is for the other. We find that they are poor proxies for each other. Therefore, an intervention that redirects interaction from one network to another, like the open office redesigns studied here, not only changes the channel of interaction, but also skews *whom* a person interacts with. That can have profound consequences for how—and how productively—work gets done.

In summary, because the antecedents of human interaction at work go beyond proximity and visibility, the effects of open office architecture on collaboration are not as simple as previously thought. While it is possible to bring chemical substances together under specific conditions of temperature and pressure to form the desired compound, more factors seem to be at work in achieving a similar effect with humans. Until we understand those factors, we may be surprised to find a reduction in F2F collaboration at work even as we architect transparent, open spaces intended to increase it.

APPENDIX

FIGURE 1
SOCIOMETRIC BADGE. (ONLINE VERSION IN COLOUR.)

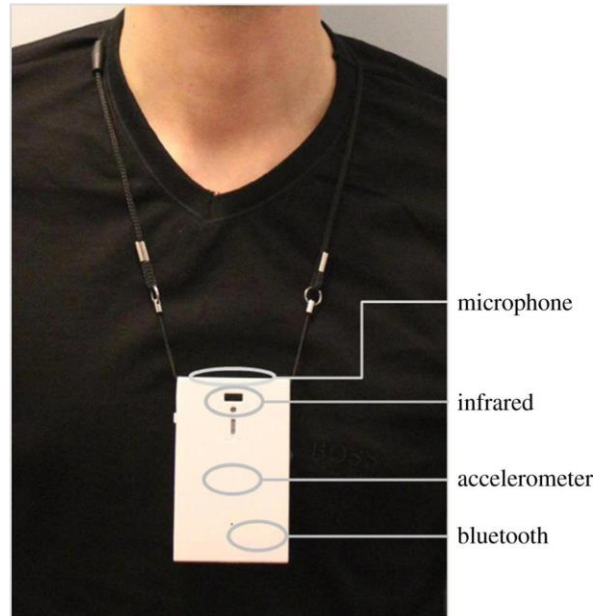


TABLE 1
IMPACT OF OPEN OFFICES ON INTERACTION AT OPENCO1. MODELS ARE OLS WITH PERSON FIXED EFFECTS AND WITH STANDARD ERRORS CLUSTERED BY INDIVIDUAL

IN PARENTHESES. COEFFICIENTS REPRESENT MINUTES OF FACE-TO-FACE (F2F) INTERACTION, NUMBER OF EMAIL MESSAGES OR IM MESSAGES, OR NUMBER OF WORDS IN IM BETWEEN A MEMBER OF THE STUDY AND ALL OTHERS AT WORK DURING THE PERIOD OF THE STUDY. *P<0.05; **P<0.01; *P<0.001.**

type of interaction	post	constant	obs.
volume:			
<i>F2F interaction</i>	-3774*	5266***	104
minutes of F2F interaction time (indicated by proximity of individuals combined with spoken words by at least one party)	(1607)	(1136)	
<i>email interaction (sent)</i>	66***	118***	104
total number of emails sent by participants to other participants	(19)	(13)	
<i>email interaction (received: To)</i>	78***	394***	104
total number of emails received by participants from other participants, where the recipient appeared in the 'To' field	(21)	(15)	
<i>email interaction (received: cc)</i>	27***	66***	104
total number of emails received by participants from other participants, where the recipient appeared in the 'Cc' field	(8)	(6)	
<i>email interaction (received: bcc)</i>	-1	6***	104
total number of emails received by participants from other participants, where the recipient appeared in the 'Bcc' field	(1)	(1)	
<i>IM interaction (number of messages)</i>	99**	147***	104
total number of instant messages sent by participants to other participants	(30)	(21)	
<i>IM interaction (cumulative word count of messages)</i>	850***	1140***	104
total number of words sent in instant messages by participants to other participants	(218)	(154)	

TABLE 2
IMPACT OF OPEN OFFICES ON INTERACTION AT OPENCO2. MODELS ARE OLS WITH STANDARD ERRORS CLUSTERED BY DYAD IN PARENTHESES. MODELS 1 AND 3

INCLUDE DYAD FIXED EFFECTS. IN MODELS 1 AND 2, COEFFICIENTS REPRESENT MINUTES OF F2F INTERACTION BETWEEN A PARTICULAR DYAD DURING THE PERIOD OF THE STUDY. IN MODELS 3 AND 4, COEFFICIENTS REPRESENT NUMBER OF EMAILS BETWEEN A PARTICULAR DYAD DURING THE PERIOD OF THE STUDY.

***P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.**

	1	2	3	4
type of interaction	F2F with fixed effects	F2F with controls	email with fixed effects	email with controls
<i>change in volume:</i>				
<i>post</i>	-12.79***	-9.81***	1.24***	1.54***
0 if before redesign, 1 if after	(1.39)	(1.27)	(0.31)	(0.32)
<i>physical distance</i>	-0.01	-0.07***	-0.00	-0.01
walking distance (in metres) between desks	(0.02)	(0.02)	(0.01)	(0.01)
<i>gender</i>		2.08		0.08
0 if different genders, 1 if same		(1.37)		(1.02)
<i>team</i>		41.02***		33.86***
0 if different teams, 1 if same		(2.53)		(1.80)
<i>role</i>		9.59***		3.12*
0 if different roles, 1 if same		(1.91)		(1.42)
<i>constant</i>	17.99***	14.63***	5.75***	3.07***
	(1.27)	(1.47)	(0.28)	(0.85)
<i>observations</i>	3660	3660	3660	3660

REFERENCES

- Aldrich H, Herker D. 1977Boundary spanning roles and organization structure. *Acad. Manag. Rev.* 2, 217–230. (doi:10.5465/amr.1977.4409044)
- Allen TJ, Cohen SI. 1969Information flow in research and development laboratories. *Admin. Sci. Q.* 14, 12–19. (doi:10.2307/2391357)
- Allen TJ. 1977Managing the flow of technology. Cambridge, MA: MIT Press.
- Baldwin CY, Clark KB. 2000Design rules: the power of modularity. Cambridge, MA: MIT Press.
- Barley SR, Meyerson DE, Grodal S. 2011E-mail as a source and symbol of stress. *Organ. Sci.* 22, 887–906. (doi:10.1287/orsc.1100.0573)
- Becker F. 1991Workplace planning, design, and management. In *Advances in environment, behavior, and design* (eds Zube EH, Moore GT), pp. 115–151. New York, NY: Springer.
- Becker FD, Gield B, Gaylin K, Sayer S. 1983Office design in a community college: effect on work and communication patterns. *Environ. Behav.* 15, 699–726. (doi:10.1177/0013916583156002)
- Bellotti V, Bly S. 1996Walking away from the desktop computer: distributed collaboration and mobility in a product design team. In *Proc. ACM Conf. Computer Supported Cooperative Work*, Boston,

- MA, 6–20 November 1996 (CSCW '96)(ed. MS Ackerman), pp. 209–218. New York, NY: ACM Press.
- Bernstein E, Mortensen M, Leonardi P. 2018 Unbounded attention: the benefits of an attention-based lens on work relationships. Harvard Business School Work. Pap.
- Bernstein E, Shore J, Lazer D. 2018 How intermittent breaks in interaction improve collective intelligence. Harvard Business School Work. Pap.
- Bernstein E. 2017 Making transparency transparent: the evolution of observation in management theory. *Acad. Manag. Ann.* 11, 1–50. (doi:10.5465/annals.2014.0076)
- Bernstein ES. 2012 The transparency paradox: a role for privacy in organizational learning and operational control. *Admin. Sci. Q.* 57, 181–216. (doi:10.1177/0001839212453028)
- Bertrand M, Duflo E, Mullainathan S. 2004 How much should we trust differences-in-differences estimates? *Q. J. Econ.* 119, 249–275. (doi:10.1162/003355304772839588)
- Birnholtz J, Dixon G, Hancock J. 2012 Distance, ambiguity and appropriation: structures affording impression management in a collocated organization. *Comp. Hum. Behav.* 28, 1028–1035. (doi:10.1016/j.chb.2012.01.005)
- Birnholtz J, Gutwin C, Hawkey K. 2008 Privacy in the open: how attention mediates awareness and privacy in open-plan offices. *Proc. Group '07: Int. Conf. Supporting Group Work*, Sanibel Island, FL, 4–7 November 2007, pp. 51–60. New York, NY: Association for Computing Machinery. (doi:10.1145/1316624.1316632)
- Bonabeau E, Dorigo M, Theraulaz G. 1999 *Swarm intelligence: from natural to artificial systems*. New York, NY: Oxford University Press.
- Borzykowski B. 2017 Why open offices are bad for us. BBC. See <http://www.bbc.com/capital/story/20170105-open-offices-are-damaging-our-memories> (accessed 9 October 2017).
- Brennan A, Chugh JS, Kline T. 2002 Traditional versus open office design: a longitudinal field study. *Environ. Behav.* 34, 279–299. (doi:10.1177/0013916502034003001)
- Brookes MJ, Kaplan A. 1972 The office environment: space planning and affective behavior. *Hum. Factors* 14, 373–391. (doi:10.1177/001872087201400502)
- Brynjolfsson E, McAfee A. 2014 *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York, NY: WW Norton.
- Burt RS. 1992 *Structural holes: the social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Burt RS. 2004 Structural holes and good ideas. *Am. J. Sociol.* 110, 349–399. (doi:10.1086/421787)
- Campbell DT, Stanley JC. 1963 *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago, IL: Rand McNally.
- Chaffin D, Heidl R, Hollenbeck JR, Howe M, Yu A, Voorhees C, Calantone R. 2017 The promise and perils of wearable sensors in organizational research. *Organ. Res. Methods* 20, 3–31. (doi:10.1177/1094428115617004)
- Choudhury T, Pentland A. 2003 Sensing and modeling human networks using the sociometer. In *Proc. 7th IEEE Int. Symp. Wearable Computers*, 21–23 October 2003, White Plains, NY (ISWC2003), pp. 216–222. White Plains, NY: IEEE Computer Society.
- Chown JD, Liu CC. 2015 Geography and power in an organizational forum: evidence from the US Senate chamber. *Strateg. Manag. J.* 36, 177–196. (doi:10.1002/smj.2209)
- Crosina E. 2018 *Start me up: on becoming an entrepreneur in a shared work space*. Doctoral dissertation, Boston College Carroll School of Management.
- Daft RL, Lengel RH. 1984 Information richness: a new approach to managerial behavior and organizational design. *Res. Organ. Behav.* 6, 191–233.
- Daft RL, Lengel RH. 1986 Organizational information requirements, media richness and structural design. *Manag. Sci.* 32, 554–571. (doi:10.1287/mnsc.32.5.554)

- De Croon EM, Sluiter JK, Kuijer PPFM, Frings-Dresen MHW. 2005The effect of office concepts on worker health and performance: a systematic review of the literature. *Ergonomics* 48, 119–134. (doi:10.1080/00140130512331319409) PubMed,
- DiMaggio P, Garip F. 2012Network effects and social inequality. *Ann. Rev. Sociol.* 38, 93–118. (doi: 10.1146/annurev.soc.012809.102545)
- Faulhaber J. 2016The post-cubicle office and its discontents. *New York Times*, February 25, 2016. See ><https://www.nytimes.com/2016/02/28/magazine/the-post-cubicle-office-and-its-discontents.html> (accessed 9 October 2017).
- Fayard AL, Weeks J. 2011Who moved my cube? *Harvard Business Rev.* 89, 103–110.
- Festinger L, Schachter S, Back K. 1950Social pressures in informal groups: a study of human factors in housing. Oxford, UK: Harper.
- Fox C, Guglielmo TA. 2012Defining America's racial boundaries: blacks, Mexicans, and European immigrants, 1890–1945. *Am. J. Sociol.* 118, 327–379. (doi:10.1086/666383)
- Giacobbe A. 2015Open offices seem great—until you work in one. *Boston Globe*, March 5, 2015. See <https://www.bostonglobe.com/magazine/2015/03/05/open-offices-seem-great-until-you-work-one/F2Zy3BqCfbMTm4Mn6gVBzH/story.html> (accessed 9 October 2017). (doi:10.1098/rspb.2013.3305)
- Gormley IC, Murphy TB. 2010A mixture of experts latent position cluster model for social network data. *Stat. Methodol.* 7, 385–405. (doi: 10.1016/j.stamet.2010.01.002)
- Granovetter M. 1983The strength of weak ties: a network theory revisited. *Sociol. Theory* 1, 201–233. (doi:10.2307/202051)
- Hatch MJ. 1987Physical barriers, task characteristics, and interaction activity in research and development firms. *Admin. Sci. Q.* 32, 387–399. (doi:10.2307/2392911)
- Hight C, Perry C. 2006Collective intelligence in design. *Architect. Des.* 76, 5–9. (doi:10.1002/ad.314)
- Hundert AT, Greenfield N. 1969Physical space and organizational behavior: a study of an office landscape. In *Proc. 77th Ann. Convention American Psychological Association*, vol. 1, pp. 601–602. Washington, DC: APA.
- Ireland T, Garnier S. 2018Architecture, space and information in constructions built by humans and social insects: a conceptual review. *Phil. Trans. R. Soc. B* 373, 20170244. (doi:10.1098/rstb.2017.0244) [Link](#),
- Kabo F. 2018The architecture of network collective intelligence: correlations between social network structure, spatial layout and prestige outcomes in an office. *Phil. Trans. R. Soc. B* 373, 20170238. (doi:10.1098/rstb.2017.0238) [Link](#),
- Kao AB, Couzin ID. 2014Decision accuracy in complex environments is often maximized by small group sizes. *Phil. Trans. R. Soc. B* 281, 20133305. (doi:10.1098/rspb.2013.3305) [Abstract](#),
- Kim J, de Dear R. 2013Workspace satisfaction: the privacy-communication trade-off in open-plan offices. *J. Environ. Psychol.* 36, 18–26. (doi: 10.1016/j.jenvp.2013.06.007)
- Kim T, McFee E, Olguin DO, Waber B, Pentland A. 2012Sociometric badges: using sensor technology to capture new forms of collaboration. *J. Organ. Behav.* 33, 412–427. (doi:10.1002/job.1776)
- Kleinbaum AM, Stuart TE, Tushman ML. 2013Discretion within constraint: homophily and structure in a formal organization. *Organ. Sci.* 24, 1316–1336. (doi:10.1287/orsc.1120.0804)
- Kraut R, Edigo C, Galegher J. 1990Patterns of contact and communication in scientific research collaborations. In *Intellectual teamwork: social and technological foundations of cooperative work* (eds Galegher R, Kraut R, Egido C), pp. 149–171. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lamont M, Molnár V. 2002The study of boundaries in the social sciences. *Ann. Rev. Sociol.* 28, 167–195. (doi: 10.1146/annurev.soc.28.110601.141107)
- Lévy P. 1997Collective intelligence. New York, NY: Plenum/Harper Collins.
- Liu CC, Srivastava SB. 2015Pulling closer and moving apart: interaction, identity, and influence in the US Senate, 1973 to 2009. *Am. Sociol. Rev.* 80, 192–217. (doi:10.1177/0003122414564182)
- Malone TW, Bernstein MS. 2015Handbook of collective intelligence. Cambridge, MA: MIT Press.

- Marsden PV. 1990 Network data and measurement. *Ann. Rev. Sociol.* 16, 435–463. (doi:10.1146/annurev.so.16.080190.002251)
- Marsden PV. 2011 Survey methods for network data. In *The SAGE handbook of social network analysis* (eds Scott J, Carrington PJ), pp. 370–388. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mayo E. 1933 *Human problems of an industrial civilization*. New York, NY: Macmillan.
- Michalski R, Palus S, Kazienko P. 2011 Matching organizational structure and social network extracted from email communication. In *Lecture notes in business information processing* (ed. Abramowicz W), pp. 197–206. New York, NY: Springer.
- Oldham GR, Brass DJ. 1979 Employee reactions to an open-plan office: a naturally occurring quasi-experiment. *Admin. Sci. Q.* 24, 267–284. (doi:10.2307/2392497)
- Oldham GR, Rotchford NL. 1983 Relationships between office characteristics and employee reactions: a study of the physical environment. *Admin. Sci. Q.* 28, 542–556. (doi:10.2307/2393008)
- O'Leary MB, Cummings JN. 2007 The spatial, temporal, and configurational characteristics of geographic dispersion in teams. *MIS Q.* 31, 433–452. (doi:10.2307/25148802)
- Parigi P, Bergemann P. 2016 Strange bedfellows: informal relationships and political preference formation within boarding houses, 1825–1841. *Am. J. Sociol.* 122, 501–531. (doi:10.1086/688606)
- Parker GG, Van Alstyne MW, Choudary SP. 2016 *Platform revolution: how networked markets are transforming the economy and how to make them work for you*. New York, NY: WW Norton.
- Quintane E, Kleinbaum AM. 2011 Matter over mind? E-mail data and the measurement of social networks. *Connections* 31, 22–46.
- Rao H, Monin P, Durand R. 2005 Border crossing: bricolage and the erosion of categorical boundaries in French gastronomy. *Am. Sociol. Rev.* 70, 968–991. (doi:10.1177/000312240507000605)
- Roethlisberger FJ, Dickson WJ. 1939 *Management and the worker: an account of a research program conducted by the Western Electric Company*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Salminen J. 2012 Collective intelligence in humans: a literature review. In *Collective Intelligence Proc.*, Cambridge, MA, April 18–20 2012. Cambridge, MA: MIT.
- Schut MC. 2010 On model design for simulation of collective intelligence. *Inf. Sci.* 180, 132–155. (doi:10.1016/j.ins.2009.08.006)
- Smith-Jackson TL, Klein KW. 2009 Open-plan offices: task performance and mental workload. *J. Environ. Psychol.* 29, 279–289. (doi:10.1016/j.jenvp.2008.09.002)
- Sundstrom E, Burt RE, Kamp D. 1980 Privacy at work: architectural correlates of job satisfaction and job performance. *Acad. Manag. J.* 23, 101–117.
- Sundstrom E, Herbert RK, Brown DW. 1982 Privacy and communication in an open-plan office: a case study. *Environ. Behav.* 14, 379–392. (doi:10.1177/0013916582143007)
- Sundstrom E, Sundstrom MG. 1986 *Work places: the psychology of the physical environment in offices and factories*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Sundstrom E, Town JP, Brown DW, Forman A, Mcgee C. 1982 Physical enclosure, type of job, and privacy in the office. *Environ. Behav.* 14, 543–559. (doi:10.1177/0013916582145003)
- Teasley S, Covi LA, Krishnan MS, Olson JS. 2002 Rapid software development through team collocation. *IEEE Trans. Software Eng.* 28, 671–683. (doi:10.1109/TSE.2002.1019481)
- Thyer BA. 2012 *Quasi-experimental research designs*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Toyokawa W, Kim H, Kameda T. 2014 Human collective intelligence under dual exploration-exploitation dilemmas. *PLoS ONE* 9, e95789. (doi:10.1371/journal.pone.0095789) PubMed,
- Ward R. 2017 If the walls could talk: at the interface of design, materiality and culture. In *Academy of Management Symposium*, Philadelphia, PA, August 2017. no. 10012.
- Western M, Wright EO. 1994 The permeability of class boundaries to intergenerational mobility among men in the United States, Canada, Norway and Sweden. *Am. Sociol. Rev.* 59, 606–629. (doi:10.2307/2095934)
- Whittaker S, Frohlich D, Daly-Jones O. 1994 Informal workplace communication: what is it like and how might we support it? In *Proc. SIGCHI Conf. Human Factors in Computing Systems*, Boston, MA,

- 24–28 April 1994 (CHI '94) (eds Adelson B, Dumais S, Olson J), pp. 131–137. New York, NY: ACM Press.
- Woolley AW, Aggarwal I, Malone TW. 2015 Collective intelligence and group performance. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 24, 420–424. (doi:10.1177/0963721415599543)
- Woolley AW, Chabris CF, Pentland A, Hashmi N, Malone TW. 2010 Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science* 330, 686–688. (doi:10.1126/science.1193147) PubMed, ISI,
- Yates J, Orlikowski WJ. 1992 Genres of organizational communication: a structural approach to studying communication and media. *Acad. Manag. Rev.* 17, 299–326. (doi:10.5465/amr.1992.4279545)
- Zack MH. 2000 Researching organizational systems using social network analysis. In *Proc. 33rd Ann. Hawaii Int. Conf. System Sciences (HICSS)*, Maui, HI, 4–7 January 2000, pp. 7–13. Hawaii: IEEE. (doi:10.1109/HICSS.2000.926933)
- Zalesny MD, Farace RV. 1987 Traditional versus open offices: a comparison of sociotechnical, social relations, and symbolic meaning perspectives. *Acad. Manag. J.* 30, 240–259.

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

Los límites entre "nosotros" y "ellos" han captado durante mucho tiempo el interés humano. Sin embargo, incluso mientras los científicos sociales continúan estudiando el valor de una amplia gama de límites, en una era en la que la naturaleza del trabajo está cambiando, los gerentes y académicos organizacionales han enmarcado cada vez más los límites como barreras a la interacción que deberían ser extendidas, permeadas o difusas. para incrementar la colaboración. En el ejemplo más destacado y concreto físicamente, los "límites espaciales" en el trabajo, como las paredes de oficinas o cubículos, se están eliminando para crear oficinas abiertas "ilimitadas" con el fin de estimular una mayor colaboración e inteligencia colectiva. ¿Funciona?

La teoría anterior está dividida —y la evidencia empírica mezclada— sobre el efecto que la eliminación de los límites espaciales tiene sobre el comportamiento humano en el espacio que antes estaba dentro de esos límites. Por un lado, la teoría sociológica presenta un fuerte argumento de que eliminar los límites espaciales para poner en contacto a más personas debería *aumentar* la colaboración y la inteligencia colectiva. La noción de que la proximidad, o proximidad, predice la interacción social, impulsando la formación de lazos sociales y, por lo tanto, el intercambio de información y la colaboración, es uno de los hallazgos más sólidos en sociología. Se ha observado en contextos tan diversos como el Congreso de Estados Unidos, pensiones del siglo XIX, residencias universitarias, laboratorios, espacios de coworking. y edificios corporativos. Cuando se eliminan los límites espaciales, como las paredes, los individuos se sienten más próximos físicamente, lo que, sugiere dicha teoría, debería conducir a una mayor interacción. Tal interacción es una base necesaria para la inteligencia colectiva, una forma de inteligencia

distribuida que surge de la interacción social de los individuos y que predice, más que la inteligencia de los miembros individuales, la habilidad general de un grupo para realizar una amplia variedad de tareas. Al igual que la inteligencia de enjambre observada entre agentes cognitivamente simples como los insectos sociales y otros animales, la inteligencia colectiva para grupos de humanos requiere interacción. Si una mayor proximidad impulsa una mayor interacción, debería generar una mayor colaboración e inteligencia colectiva.

Por otro lado, algunos académicos organizacionales, especialmente psicólogos sociales y psicólogos ambientales, han demostrado que eliminar los límites espaciales puede *disminuir la* colaboración y la inteligencia colectiva. Los límites espaciales han cumplido durante mucho tiempo un papel funcional en múltiples niveles de análisis, ayudando a las personas a dar sentido a su entorno al modularlo, aclarando quién está mirando y quién no, quién tiene información y quién no, quién pertenece y quién no, quién controla qué y quién no, a quién se responde y a quién no. Esta escuela de pensamiento, como las teorías del diseño organizacional y la arquitectura, asume que los límites espaciales integrados en la arquitectura del espacio de trabajo apoyan la colaboración y la inteligencia colectiva al mitigar los efectos de las limitaciones cognitivas de los seres humanos que trabajan dentro de ellos. Al igual que los insectos sociales que pululan dentro de zonas determinadas funcionalmente 'divididas' por límites espaciales (por ejemplo, colmenas, nidos o escuelas), los seres humanos, a pesar de sus mayores capacidades cognitivas, también pueden requerir límites para restringir sus interacciones, reduciendo así el potencial de sobrecarga, distracción, prejuicio, miopía y otros síntomas de racionalidad limitada. Las investigaciones que se remontan a los estudios fundacionales de Hawthorne muestran que, por lo tanto, estar aislado puede aumentar la interacción dentro del grupo separado. De manera similar, la investigación posterior sobre el diseño del lugar de trabajo, aunque mezclada en sus hallazgos, sugiere que las oficinas abiertas pueden reducir ciertas condiciones propicias para la colaboración y la inteligencia colectiva, incluida la satisfacción, el enfoque, la privacidad psicológica y otras respuestas afectivas y conductuales de los empleados. Estos efectos psicológicos negativos de las oficinas abiertas posiblemente puedan conducir a una interacción menor, no mayor, entre quienes están dentro de ellas, reduciendo la colaboración y la inteligencia colectiva.

Hasta donde sabemos, ningún estudio previo ha medido directamente el efecto sobre *la interacción real* que resulta de eliminar los límites espaciales para crear un entorno de oficina abierto. La investigación anterior sobre el diseño del lugar de trabajo, en lugar de medir comportamientos directa y objetivamente, se ha basado en gran medida en metodologías basadas en encuestas o de registro de actividades, que proporcionaron medidas autoinformadas, o en estudios de observación social, que proporcionaron la interpretación subjetiva de un observador de las interacciones humanas. Hace varias décadas, cuando se realizó gran parte de la investigación del diseño del lugar de trabajo, medir los patrones de interacción reales de las personas en el trabajo en entornos de oficina tradicionales y abiertos habría sido prohibitivamente difícil, pero la nueva tecnología de 'análisis de personas' lo ha hecho bastante factible.

Utilizando dos estudios de campo de organizaciones que transforman la arquitectura de su oficina al eliminar los límites espaciales para volverse más abiertos, medimos empíricamente el efecto en la interacción, rastreando cuidadosamente la interacción cara a cara (F2F) antes y después de la transición con dispositivos sociométricos portátiles que evitan las Medidas autoinformadas imprecisas y subjetivas basadas en encuestas típicas de estudios previos de colaboración en la oficina. También medimos dos canales digitales de interacción, correo electrónico y mensajería instantánea, utilizando información de los propios servidores de las organizaciones.

En el primer estudio, nos enfocamos en el conjunto más básico de preguntas empíricas: cuál es el efecto de la transición de cubículos a espacios de trabajo abiertos en el *volumen* general y el *tipo* de interacción, con qué implicaciones para el desempeño organizacional basado en el propio sistema de gestión del desempeño de la empresa. ? En el segundo estudio, replicamos los resultados del primer estudio y luego

consideramos dos preguntas empíricas más específicas: cómo la *distancia* espacial entre estaciones de trabajo modera el efecto de la transición de cubículos a espacios de trabajo abiertos y cómo interactúan las *redes de* empleados individuales , tanto F2F como electrónicas, cambiar diferencialmente? Mientras que el primer estudio considera las interacciones que involucran a los *individuos* , el segundo considera las interacciones para las *díadas* (ambos lados de la interacción), lo que permite una investigación más precisa pero limitada de los efectos.

ESTUDIO 1

El primer estudio empírico, un experimento cuasi de campo, se realizó en la sede mundial de OpenCo1, una multinacional de Fortune 500. En una supuesta guerra contra las paredes, OpenCo1 decidió utilizar los últimos productos de estaciones de trabajo de oficina abierta para transformar por completo los espacios de trabajo delimitados por paredes en su sede de modo que todo un piso fuera abierto, transparente y sin límites.

El rediseño, que requería que las personas pasaran de los asientos asignados en su piso original a asientos asignados de manera similar en un piso rediseñado del mismo tamaño, afectó a los empleados en funciones que incluyen tecnología, ventas y precios, recursos humanos (RR.HH.), finanzas y desarrollo de productos. , así como la alta dirección. De esas personas, un grupo de 52 (aproximadamente el 40%) accedió a participar en el experimento. Una comparación de los datos de recursos humanos para los participantes y los no participantes no proporcionó evidencia de sesgo por falta de respuesta. Debido a la naturaleza del espacio de oficinas, todos los empleados se trasladaron del antiguo espacio al espacio rediseñado al mismo tiempo, por lo que el experimento se estructuró con un diseño de series de tiempo interrumpidas.

Para capturar una imagen completa y rica en datos de los patrones de interacción antes y después de la eliminación de los límites, se pidió a los participantes que usaran un sensor, conocido como insignia sociométrica, que registraba, con gran detalle, sus interacciones F2F: un infrarrojo (IR) el sensor capturó a quién estaban enfrentando (al hacer contacto con el sensor de infrarrojos de la otra persona), los micrófonos capturaron si estaban hablando o escuchando (pero no lo que se dijo), un acelerómetro capturó el movimiento y la postura del cuerpo, y un sensor Bluetooth capturó la ubicación espacial (figura 1). Todos los sensores registraron datos con marca de tiempo en intervalos de 10 ms . Según una investigación previa que utilizó estas insignias sociométricas, se registró una interacción F2F cuando se cumplieron tres condiciones: dos o más insignias (i) estaban enfrentadas (con línea de visión infrarroja ininterrumpida), (ii) se detectó un habla alternante y (iii) estaban dentro de los 10 m entre sí. La interacción terminó cuando cualquiera de los tres criterios dejó de ser cierto durante más de 5 s. Si bien estos criterios se basaron en precedentes de un uso previo significativo de insignias sociométricas, el análisis de sensibilidad mostró que los resultados eran robustos a supuestos alternativos razonables (incluidas distancias más cortas en incrementos de 1 m, diferentes tiempos de retraso antes de concluir una interacción y diferentes patrones de habla). Estos datos F2F se combinaron con datos de correo electrónico y mensajería instantánea durante los mismos períodos de tiempo, recopilados de los servidores de la empresa, para crear una imagen completa de las interacciones de estos profesionales antes y después del rediseño.

Los datos se recopilaron en dos fases: durante 15 días hábiles (tres semanas) antes del rediseño y, aproximadamente tres meses después, durante 15 días hábiles después del rediseño. Se eligieron periodos de recopilación de datos de tres semanas como equilibrio entre el deseo de la organización de minimizar la carga del estudio de investigación sobre sus empleados y nuestra necesidad de controlar la posibilidad de variaciones idiosincrásicas diarias y semanales en los horarios de los empleados. La brecha de tres meses entre fases se eligió por dos razones. Primero, el trabajo en la sede global de OpenCo1 siguió ciclos trimestrales, por lo que un intervalo de tres meses nos permitió realizar las dos fases de recopilación de datos en el mismo punto del trimestre. En segundo lugar, permitió poco más de dos meses de ajuste después

de la mudanza, lo suficiente para que las personas se hubieran establecido en su nuevo entorno, pero no tanto como para que el trabajo que realizaran pudiera haber cambiado mucho.

El conjunto de datos incluyó 96778 interacciones F2F, 84 026 correos electrónicos (18748 enviados, 55 012 recibidos, 9755 recibidos por cc y 511 recibidos por bcc) y 25 691 mensajes instantáneos (que constan de 221426 palabras). La estrategia empírica más sencilla y conservadora para analizar la intervención fue simplemente agregar y luego comparar los volúmenes previos y posteriores a la intervención :

$$Y_{it} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{it}) + \sum \text{person fixed effects} + \varepsilon_{it}.$$

Y_{it} , la variable dependiente, es la cantidad de interacción (F2F o electrónica) donde 'i' es el individuo en cuestión y 't' es la fase (antes o después del rediseño). Post_{it} es un indicador variable que es igual a 1 si la interacción se produjo después de que el rediseño. La estimación principal utilizó regresiones de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) con efectos fijos de personas, aunque todos los resultados fueron robustos a la exclusión de los efectos fijos de personas. Los errores estándar se corrigieron por autocorrelación y se agruparon por individuo. Si el rediseño aumentó interacción F2F, deberíamos ver un positivo y significativo β_1 - el coeficiente informó en la columna 'Post' de la tabla 1, cuando Y_{it} es la interacción F2F (la primera fila de la tabla 1). De manera más general, en la tabla 1, el efecto sobre un tipo particular de interacción debido a la transición a una arquitectura más abierta se informa en la columna 'publicación', donde un número negativo indica una interacción reducida y un número positivo indica una mayor interacción.

Resultados del estudio 1

Volumen de interacción

Aunque el propósito principal de OpenCo1 al abrir el espacio había sido aumentar las interacciones F2F, los 52 participantes ahora pasaron un 72% menos de tiempo interactuando con F2F. Antes del rediseño, acumularon 5266 min de interacción durante 15 días, o aproximadamente 5,8 h de interacción F2F por persona por día. Después del rediseño, esas mismas personas acumularon solo 1492 min de interacción durante 15 días, o aproximadamente 1,7 h por persona por día.

A pesar de que todos en el piso podían ver a todos los demás todo el tiempo (o tal vez porque podían), la interacción virtual reemplazó la interacción F2F en el nuevo espacio sin límites. Después del rediseño, los participantes enviaron colectivamente un 56% (66) correos electrónicos más a otros participantes durante 15 días, recibieron un 20% (78) más correos electrónicos de otros participantes y fueron copiados en un 41% (27) más correos electrónicos de otros participantes. (Para los volúmenes recibidos y con copia en copia, los correos electrónicos enviados se cuentan una vez para cada destinatario). Cco: la actividad, que era de bajo volumen y se limitaba a un pequeño subconjunto de personas, no cambió significativamente. La actividad de mensajes instantáneos aumentó en un 67% (99 mensajes más) y las palabras enviadas por mensajería instantánea aumentaron en un 75% (850 palabras más). Así, para decirlo con mayor precisión, en el espacio sin fronteras, la interacción electrónica reemplazó a la interacción F2F.

Resultado de desempeño

¿Deberíamos preocuparnos por estos efectos? Un indicio de la importancia de este cambio de comportamiento fue su efecto sobre el rendimiento. En una revisión de gestión interna y confidencial, los ejecutivos de OpenCo1 nos informaron cualitativamente que la productividad, según la definición de las métricas utilizadas por su sistema de gestión de rendimiento interno, había disminuido después del rediseño para eliminar los límites espaciales. De acuerdo con la investigación sobre el impacto de una disminución en la riqueza de los medios sobre la productividad y sobre los desafíos particulares del correo electrónico, no es necesariamente sorprendente que la productividad haya disminuido debido a la

sustitución del correo electrónico por la interacción F2F. Lo sorprendente es que una arquitectura más abierta y transparente provocó tal sustitución.

ESTUDIO 2

Dados los hallazgos del Estudio 1, se reclutó a otra organización para promover esta investigación. Nuestro objetivo fue realizar una réplica conceptual del primer estudio con una ventana de tiempo más larga. Este segundo estudio empírico también fue un experimento de cuasi campo en una multinacional Fortune 500 y se llevó a cabo en la sede mundial de OpenCo2. ² En el momento del estudio, OpenCo2 estaba en el proceso de un rediseño de la sede de varios años, que, como en el Estudio 1, implicaba una transformación de asientos asignados en cubículos a asientos asignados de manera similar en un diseño de oficina abierta, con grandes salas de escritorios y monitores y sin separadores entre los escritorios de las personas.

Nuevamente recopilamos datos F2F utilizando credenciales sociométricas y datos de correo electrónico de los servidores de la empresa, esta vez para 100 empleados de un solo piso, que era aproximadamente el 45% de los empleados en ese piso. Al igual que en el Estudio 1, los datos se recopilaron en dos fases: durante ocho semanas, comenzando tres meses antes del rediseño de este piso en particular y durante ocho semanas comenzando dos meses después del rediseño. Pero para este estudio, también recopilamos datos detallados sobre los participantes; a saber, tres atributos de los empleados — género, asignación de equipo y rol — y un atributo arquitectónico — ubicación del escritorio. En la primera fase, los escritorios estaban en cubículos, por lo que los asientos estaban separados por aproximadamente 2 m y directamente adyacentes entre sí. En la segunda fase, los asientos seguían estando separados aproximadamente a 2 m de distancia y directamente adyacentes entre sí, pero estaban agrupados en mesas indivisas y sin paredes de seis a ocho personas. La ubicación de los asientos nos permitió calcular la distancia física entre las díadas de las estaciones de trabajo de los empleados antes y después del rediseño, de manera que pudiéramos incluir la distancia física, así como los otros atributos de los empleados, como variables de control. El conjunto de datos de OpenCo2 incluyó 63 363 minutos de interacción F2F y 25 553 correos electrónicos, todos generados por 1830 díadas, aquellas con interacción, de los 100 empleados involucrados. Consciente de los resultados consistentes del Estudio 1 en múltiples formas de comunicación electrónica, el Estudio 2 solo recopiló datos de correo electrónico para medir la interacción electrónica. La estrategia empírica fue similar:

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + \sum \text{dyad fixed effects} + \varepsilon_{jt}$$

y

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + (\beta_2 \times \text{Physical Distance}_{jt}) + (\beta_3 \times \text{Gender}_j) + (\beta_4 \times \text{Team}_j) + (\beta_5 \times \text{Role}_j) + \varepsilon_{jt}.$$

En la ecuación (3.1), como en la ecuación (2.1), Y_{jt} , la variable dependiente, es la cantidad de interacción, F2F o electrónica. Sin embargo, debido a que la variable de control de la distancia física era diádica, Y_{jt} también debe ser específico de una diáda particular 'j' (en lugar de un individuo 'i', como en el Estudio 1). Como en el Estudio 1, 't' se refiere a la fase (antes o después del rediseño). Post_{jt} es una variable indicadora que es igual a 1 si la interacción diádica se produjo después del rediseño. En la ecuación (3.2), investigamos variables de control específicas (características de cada diáda) en lugar de solo efectos fijos de diáda. $\text{Distancia física}_{jt}$ es la distancia entre las estaciones de trabajo de la diáda, medida como el camino

más corto (en metros). El género j , el equipo j y el rol j son variables indicadoras que equivalen a 1 si los dos individuos de la díada eran del mismo género, en el mismo equipo o en el mismo rol, e igual a 0 en caso contrario. La estimación principal utilizó regresiones de MCO con efectos fijos de díada (2) o controles de distancia, género, equipo y rol (3). Los errores estándar de los coeficientes se corrigieron por autocorrelación y se agruparon por díada. Si el rediseño aumentó interacción F2F, deberíamos ver un positivo y significativo β_1 -el coeficiente informó en el 'post' fila de la tabla 2, cuando Y_{es} una interacción F2F. De manera más general, en la tabla 2, informamos el efecto de la transición a la arquitectura abierta en tipos particulares de interacción en la fila 'post', donde un número negativo indica interacción reducida y un número positivo indica interacción incrementada. Para las variables de control, informamos el coeficiente para toda la muestra sin importar si la arquitectura de la oficina involucró cubículos o espacios abiertos, ya que nuestro propósito al incluir esas variables es eliminar los efectos de género, equipo y rol de la variable de interés, Post. Por ejemplo, el coeficiente significativo y positivo para Equipo significa que aquellos en el mismo equipo se comunicaron más que aquellos en diferentes equipos (tanto para cubículos como para espacios abiertos), y el coeficiente significativo y positivo para Rol significa que aquellos en el mismo rol comunicaron más que aquellos en diferentes roles (tanto para cubículos como para espacios abiertos).

Resultados del estudio 2

Volumen de interacciones

Como resultado del rediseño, 643 díadas disminuyeron su interacción F2F y 141 díadas la aumentaron. Al mismo tiempo, 222 díadas disminuyeron su interacción con el correo electrónico y 374 díadas la aumentaron. Al igual que OpenCo1, OpenCo2 esperaba, al abrir el espacio, aumentar las interacciones F2F, pero los resultados no lo confirmaron. Los 100 empleados (o 1830 díadas) que rastreamos gastaron entre 67% (Modelo 1, 12,79 / 17,99) y 71% (Modelo 2, 9,81 / 14,63) *menos* tiempo interactuando F2F. En cambio, se enviaron correos electrónicos entre un 22% (Modelo 3, 1.24 / 5.75) y un 50% (Modelo 4, 1.54 / 3.07) más.

Como uno podría sospechar, las díadas en el mismo equipo o con el mismo rol se comunicaron más, tanto F2F como por correo electrónico, en relación con las díadas en diferentes equipos o en diferentes roles. El género, por el contrario, no tuvo un efecto significativo en el volumen de ninguna de las formas de interacción. La distancia física mostró un pequeño efecto inverso en la interacción F2F (Modelo 2): cuanto más cerca de las dos estaciones de trabajo, mayor interacción F2F. Este efecto fue notable tanto por su pequeño tamaño en relación con el tamaño del efecto de la oficina abierta como por el hecho de que se limitó a la interacción F2F (no al correo electrónico). Investigamos esto con más detalle a continuación.

(ii) El efecto de la distancia física en F2F frente al correo electrónico

El modelo 2 de la tabla 2 muestra que el efecto de la distancia física en la interacción F2F es pequeño, y el efecto en el correo electrónico insignificante, en relación con el de la apertura. El efecto relativamente pequeño de la distancia en la interacción F2F fue sorprendente dado que estudios repetidos han demostrado que las personas hablan más con quienes están físicamente más cerca de ellos. Cuando otros están físicamente cerca, es más fácil estar al tanto de ellos, iniciar conversaciones con ellos, encontrarlos inesperadamente o escucharlos, y manejar sus impresiones de nuestro comportamiento de trabajo colaborativo. No obstante, nuestra revisión de estos estudios anteriores no encontró ninguno que midiera directamente los volúmenes de interacción y, por lo tanto, quizás, mientras está presente, el efecto de la distancia en la interacción F2F puede ser mucho más mínimo de lo que se pensaba anteriormente.

Sin embargo, la Tabla 2 no nos permite comparar los efectos relativos de la distancia física en la interacción F2F y en la interacción por correo electrónico. Para hacerlo, usamos un modelo de espacio latente llamado Modelo de Clustering de Posición Latente para tomar en cuenta el clustering y controlar otras covariables. Encontramos que la distancia física afectó la interacción F2F dos veces más que la interacción por correo electrónico. Como prueba de solidez, utilizamos varios algoritmos de aprendizaje

automático, como Random Forest, para ver si los cambios en las redes F2F provocados por cambios en la distancia física predecían cambios en las redes de correo electrónico. En todos los modelos, encontramos que las redes F2F y las redes de correo electrónico responden de manera muy diferente a los cambios en el entorno construido, con cambios en un tipo de red que no pueden predecir cambios en el otro.

Esta variación entre la adaptación de F2F y las redes electrónicas en respuesta a un cambio en el espacio físico es un hallazgo importante para futuras investigaciones sobre colaboración e inteligencia colectiva. En varios casos notables, la investigación anterior se ha basado únicamente en el correo electrónico para estudiar temas que van desde la debacle de Enron hasta la relación entre el diseño de la oficina y la interacción, basando las afirmaciones sobre la interacción F2F en los hallazgos de los datos de interacción electrónica. Nuestro hallazgo de que los cambios en el diseño del lugar de trabajo afectan a las redes de interacción electrónica y F2F de manera diferente (y, en algunas medidas, en direcciones opuestas) debería hacer que los futuros investigadores desconfíen de usar una red como proxy de la otra.

DISCUSIÓN

Comenzamos con una pregunta de investigación específica: ¿eliminar los límites espaciales en el trabajo para crear oficinas abiertas e ilimitadas aumenta la interacción? Nuestros dos estudios de campo empíricos fueron consistentes en su respuesta: las oficinas abiertas e ilimitadas reducen la interacción F2F con una magnitud, en estos contextos, de aproximadamente el 70%. La interacción electrónica ocupa al menos parte de la holgura, aumentando aproximadamente entre un 20% y un 50% (según lo medido por el correo electrónico recibido "Para:").

Muchas organizaciones, como nuestros dos sitios de campo, transforman las arquitecturas de sus oficinas en espacios abiertos con la intención de crear más interacción F2F y, por lo tanto, un entorno de trabajo más vibrante. Lo que a menudo obtienen, según lo capturado por un flujo constante de artículos de noticias que profesan la muerte de la oficina abierta, es una extensión abierta de empleados próximos que eligen aislarse lo mejor que pueden (por ejemplo, usando audífonos grandes) mientras parecen estar tan ocupados como sea posible (ya que todos pueden verlos). Estudios recientes e investigaciones anteriores han investigado la insatisfacción autoinformada de los empleados en oficinas abiertas, pero hasta donde sabemos, somos los primeros en estudiar empíricamente el impacto conductual directo del espacio de oficinas abiertas en el volumen de F2F y la interacción electrónica. Nuestros resultados apoyan tres historias de advertencia.

Primero, las transiciones a la arquitectura de oficina abierta no necesariamente promueven la interacción abierta. De acuerdo con el deseo humano fundamental de privacidad y la evidencia previa de que la privacidad puede aumentar la productividad, cuando la arquitectura de la oficina hace que todos sean más visibles o 'transparentes', puede frenar la interacción F2F, ya que los empleados encuentran otras estrategias para preservar su privacidad; por ejemplo, eligiendo un canal diferente a través del cual comunicarse. En lugar de tener una interacción F2F frente a una gran audiencia de compañeros, un empleado puede mirar a su alrededor, ver que una persona en particular está en su escritorio y enviar un correo electrónico.

La segunda advertencia se relaciona con el impacto de una transición a la arquitectura de oficina abierta en la inteligencia colectiva. Todavía tenemos mucho que aprender sobre cómo funciona la inteligencia colectiva, ya que tomamos prestado y distinguimos el trabajo paralelo sobre la inteligencia de enjambre entre los insectos sociales y algunos otros animales. Si bien el trabajo más temprano asumió que los espacios abiertos promoverían la inteligencia colectiva entre los humanos, nuestros hallazgos respaldan trabajos más recientes que han comenzado a sugerir lo contrario. Kao y Couzin, al modelar la presencia de múltiples señales y la posibilidad de observarlas, encuentran que los niveles intermedios (en lugar de los máximos) de señales producen niveles más altos de inteligencia colectiva. Vemos una estrecha relación

entre nuestro hallazgo de que las oficinas abiertas y "transparentes" pueden ser sobreestimulantes y, por lo tanto, disminuir la productividad organizacional y la demostración de Kao & Couzin de que el tamaño de grupo finito y, a menudo, pequeño, maximiza la precisión de las decisiones en entornos complejos y realistas. De manera similar, el trabajo reciente de inteligencia colectiva sugiere que, al igual que nuestras oficinas abiertas, demasiada información de datos sociales puede ser problemática, en parte debido a los desafíos para enfocar la atención, pero también por razones que se extienden a funciones más generales de la cognición humana. Por ejemplo, al conectar la cognición humana y la inteligencia colectiva con el comportamiento de insectos eusociales, Toyokawa *et al.* descubrió que la riqueza de la información social era perjudicial para los resultados de la inteligencia colectiva, y que el rendimiento era mejor cuando las oportunidades de aprendizaje social estaban limitadas. De manera similar, en un estudio con sujetos humanos, Bernstein *et al.* descubrió que la influencia social intermitente en lugar de constante producía el mejor desempeño entre los seres humanos que participaban colectivamente en la resolución de problemas complejos. Como se nos recuerda en el artículo de Hight & Perry sobre inteligencia colectiva y diseño arquitectónico, "la inteligencia colectiva no es simplemente técnica, sino también explícitamente social, política y, por extensión, profesional" [2, p. 6]. Nuestros hallazgos refuerzan empíricamente su advertencia de que la relación entre el diseño arquitectónico y la inteligencia colectiva se extiende más allá de las consideraciones técnicas.

La tercera advertencia es que las transiciones a la arquitectura de oficina abierta pueden tener diferentes efectos en diferentes canales de interacción. En nuestros estudios, la apertura disminuyó la interacción F2F con un aumento asociado en la interacción por correo electrónico. En la era digital, los empleados pueden elegir entre múltiples canales de interacción y un cambio en la arquitectura de la oficina puede afectar esa elección.

Como complemento de una investigación anterior sobre la riqueza de los medios que sugiere que sustituir el correo electrónico por la interacción F2F puede reducir la productividad, nuestros estudios destacan otras dos consecuencias. Primero, debido a que mecanismos fundamentalmente diferentes impulsan la interacción F2F y el correo electrónico, la proximidad física que las oficinas rediseñadas buscan lograr tiene un efecto directo solo en la interacción F2F, no en el correo electrónico, pero impulsa la interacción de F2F al correo electrónico. La adopción de oficinas abiertas, por lo tanto, parece tener el resultado perverso de reducir en lugar de aumentar la interacción productiva. En segundo lugar, las redes F2F y de correo electrónico son diferentes. Aunque estudios anteriores han investigado uno u otro, ninguno ha vinculado empíricamente F2F y la interacción de la red de correo electrónico para discernir qué tan bueno es un proxy para el otro. Descubrimos que son malos sustitutos entre sí. Por tanto, una intervención que redirige la interacción de una red a otra, como los rediseños de oficina abierta estudiados aquí, no solo cambia el canal de interacción, sino que también sesga con *quién* interactúa una persona. Eso puede tener profundas consecuencias en la forma y la productividad del trabajo.

En resumen, dado que los antecedentes de la interacción humana en el trabajo van más allá de la proximidad y la visibilidad, los efectos de la arquitectura de oficina abierta en la colaboración no son tan simples como se pensaba anteriormente. Si bien es posible unir sustancias químicas en condiciones específicas de temperatura y presión para formar el compuesto deseado, parece que intervienen más factores para lograr un efecto similar en los seres humanos. Hasta que comprendamos esos factores, es posible que nos sorprenda encontrar una reducción en la colaboración F2F en el trabajo, incluso cuando diseñemos espacios abiertos y transparentes con la intención de aumentarla.

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 frontières entre «nous» et «eux» attirent depuis longtemps l'intérêt humain. Pourtant, alors même que les spécialistes des sciences sociales continuent d'étudier la valeur d'un vaste éventail de frontières, à une époque où la nature du travail change, les gestionnaires et les spécialistes de l'organisation ont de plus en plus défini les limites comme des barrières à l'interaction qui devraient être traversées, imprégnées ou brouillées. pour accroître la collaboration. Dans l'exemple le plus physiquement saillant et le plus concret, les «frontières spatiales» au travail - telles que les murs de bureaux ou de cabines - sont supprimées pour créer des bureaux ouverts «sans limites» afin de stimuler une plus grande collaboration et l'intelligence collective. Est-ce que ça marche?

La théorie antérieure est divisée - et les preuves empiriques mélangées - sur l'effet de la suppression des limites spatiales sur le comportement humain dans l'espace auparavant à l'intérieur de ces limites. D'une part, la théorie sociologique présente un argument fort selon lequel la suppression des frontières spatiales pour mettre plus de personnes en contact devrait *accroître* la collaboration et l'intelligence collective. L'idée que la proximité, ou proximité, prédit l'interaction sociale - conduisant à la formation de liens sociaux et donc à l'échange d'informations et à la collaboration - est l'une des découvertes les plus solides en sociologie. Elle a été observée dans des contextes aussi divers que le Congrès américain, les pensions du XIXe siècle, les dortoirs d'université, les laboratoires, les espaces de coworking et les bâtiments d'entreprise. Lorsque les limites spatiales - telles que les murs - sont supprimées, les individus se sentent physiquement plus proches, ce qui, selon cette théorie, devrait conduire à davantage d'interaction. Une telle interaction est une base nécessaire pour l'intelligence collective - une forme d'intelligence distribuée qui découle de l'interaction sociale des individus et qui prédit, plus que l'intelligence des membres individuels, la capacité générale d'un groupe à effectuer une grande variété de tâches. Tout comme l'intelligence en essaim observée parmi des agents cognitivement simples tels que les insectes sociaux et d'autres animaux, l'intelligence collective pour des groupes d'humains nécessite une interaction. Si une plus grande proximité entraîne une plus grande interaction, elle devrait générer une plus grande collaboration et une plus grande intelligence collective.

D'un autre côté, certains chercheurs en organisation, en particulier les psychologues sociaux et les psychologues environnementaux, ont montré que la suppression des limites spatiales peut *diminuer* la collaboration et l'intelligence collective. Les limites spatiales ont longtemps joué un rôle fonctionnel à plusieurs niveaux d'analyse, aidant les gens à donner un sens à leur environnement en le modularisant, en clarifiant qui regarde et qui ne l'est pas, qui a des informations et qui n'a pas, qui appartient et qui n'a pas, qui contrôle quoi et qui ne fait pas, à qui on répond et à qui on ne répond pas. Cette école de pensée, comme les théories de la conception organisationnelle et de l'architecture, suppose que les limites spatiales intégrées à l'architecture de l'espace de travail soutiennent la collaboration et l'intelligence collective en atténuant les effets des contraintes cognitives des êtres humains qui y travaillent. À l'instar des insectes sociaux qui pullulent dans des zones fonctionnellement déterminées ``cloisonnées'' par des frontières spatiales (par exemple, ruches, nids ou écoles), les êtres humains - malgré leurs capacités cognitives supérieures - peuvent également avoir besoin de limites pour limiter leurs interactions, réduisant ainsi le potentiel de surcharge, distraction, biais, myopie et autres symptômes de rationalité limitée. Des recherches remontant aux études fondamentales de Hawthorne montrent que le fait d'être cloisonné peut donc augmenter l'interaction au sein

du groupe séparé. De même, des recherches ultérieures sur la conception du lieu de travail - bien que mitigées dans ses conclusions - suggèrent que les bureaux ouverts peuvent réduire certaines conditions propices à la collaboration et à l'intelligence collective, notamment la satisfaction des employés, la concentration, la confidentialité psychologique et d'autres réponses affectives et comportementales. De tels effets psychologiques négatifs des bureaux ouverts peuvent conduire à moins, pas plus, d'interaction entre ceux qui les composent, réduisant ainsi la collaboration et l'intelligence collective.

À notre connaissance, aucune étude antérieure n'a mesuré directement l'effet sur l'*interaction réelle* résultant de la suppression des limites spatiales pour créer un environnement de bureau ouvert. Les recherches antérieures sur la conception du lieu de travail, plutôt que de mesurer directement et objectivement les comportements, se sont largement appuyées sur des méthodologies basées sur des enquêtes ou des journaux d'activité, qui ont fourni des mesures autodéclarées, ou sur des études d'observation sociale, qui ont fourni une interprétation subjective des interactions humaines par un observateur. Il y a plusieurs décennies, alors qu'une grande partie de la recherche sur la conception du lieu de travail était menée, mesurer les modèles d'interaction réels des personnes au travail dans des environnements de bureau traditionnels et ouverts aurait été extrêmement difficile, mais la nouvelle technologie `` d'analyse des personnes " l'a rendue tout à fait faisable.

À l'aide de deux études sur le terrain d'organisations transformant leur architecture de bureau en supprimant les limites spatiales pour devenir plus ouvertes, nous mesurons empiriquement l'effet sur l'interaction, en suivant attentivement l'interaction en face à face (F2F) avant et après la transition avec des dispositifs sociométriques portables qui évitent les Mesures auto-déclarées imprécises et subjectives basées sur des enquêtes, typiques des études antérieures sur la collaboration en cabinet. Nous mesurons également deux canaux numériques d'interaction - e-mail et messagerie instantanée - en utilisant les informations provenant des propres serveurs de l'organisation.

Dans la première étude, nous nous concentrons sur l'ensemble le plus élémentaire de questions empiriques: quel est l'effet de la transition des cabines aux espaces de travail ouverts sur le *volume* global et le *type* d'interaction, avec quelles implications pour la performance organisationnelle basée sur le propre système de gestion de la performance de l'entreprise ? Dans la deuxième étude, nous reproduisons les résultats de la première étude, puis examinons deux questions empiriques plus ciblées: comment la *distance* spatiale entre les postes de travail modère-t-elle l'effet de la transition des cabines aux espaces de travail ouverts et comment les *réseaux d'* interaction des employés individuels, F2F et électroniques, changer différemment? Alors que la première étude considère les interactions impliquant des *individus*, la seconde considère les interactions pour les *dyades* (les deux côtés de l'interaction), ce qui permet une enquête plus précise mais limitée sur les effets.

ÉTUDE 1

La première étude empirique, une expérience quasi-terrain, a été menée au siège mondial d'OpenCo1, une multinationale Fortune 500. Dans une soi-disant guerre contre les murs, OpenCo1 a décidé d'utiliser les derniers produits de poste de travail de bureau ouvert pour transformer complètement les espaces de travail délimités par les murs de son siège social afin qu'un étage entier soit ouvert, transparent et sans limites.

La refonte - qui obligeait les gens à passer des sièges attribués à leur étage d'origine à des sièges attribués de manière similaire sur un étage redessiné de la même taille - a affecté les employés dans des fonctions telles que la technologie, les ventes et la tarification, les ressources humaines (RH), les finances et le développement de produits, ainsi que les hauts dirigeants. Parmi ces personnes, un groupe de 52 (environ 40%) a accepté de participer à l'expérience. Une comparaison des données RH pour les participants et les non-participants n'a fourni aucune preuve de biais de non-réponse. En raison de la nature de l'espace

de bureau, tous les employés sont passés de l'ancien espace à l'espace redessiné en même temps, de sorte que l'expérience a été structurée avec une conception de séries chronologiques interrompues.

Pour capturer une image complète et riche en données des modèles d'interaction avant et après la suppression des limites, les participants ont été invités à porter un capteur, connu sous le nom de badge sociométrique, qui enregistrait, de manière très détaillée, leurs interactions F2F: un infrarouge (IR) a capturé à qui ils faisaient face (en entrant en contact avec le capteur infrarouge de l'autre personne), des microphones ont capturé s'ils parlaient ou écoutaient (mais pas ce qui a été dit), un accéléromètre a capturé les mouvements et la posture du corps, et un capteur Bluetooth a capturé l'emplacement spatial (figure 1). Tous les capteurs ont enregistré des données horodatées à intervalles de 10 ms. Sur la base de recherches antérieures utilisant ces badges sociométriques, une interaction F2F a été enregistrée lorsque trois conditions étaient remplies: deux badges ou plus (i) se faisaient face (avec une ligne de visée infrarouge ininterrompue), (ii) ont détecté une parole alternée, et (iii) se trouvaient à moins de 10 m l'un de l'autre. L'interaction a pris fin lorsque l'un des trois critères a cessé d'être vrai pendant plus de 5 s. Bien que ces critères soient basés sur des précédents provenant d'une utilisation antérieure significative de badges sociométriques, l'analyse de sensibilité a montré que les résultats étaient robustes à des hypothèses alternatives raisonnables (y compris des distances plus courtes par incréments de 1 m, différents temps de latence avant de conclure une interaction et différents modes de parole). Ces données F2F ont été combinées avec des données de courrier électronique et de messagerie instantanée pour les mêmes périodes, collectées à partir des serveurs de l'entreprise, pour créer une image complète des interactions de ces professionnels avant et après la refonte.

Les données ont été collectées en deux phases: pendant 15 jours ouvrables (trois semaines) avant la refonte et, environ trois mois plus tard, pendant 15 jours ouvrables après la refonte. Des fenêtres de collecte de données de trois semaines ont été choisies comme un équilibre entre le désir de l'organisation de minimiser le fardeau de l'étude de recherche sur ses employés et notre besoin de contrôler la possibilité de variations quotidiennes et hebdomadaires idiosyncratiques dans les horaires des employés. L'écart de trois mois entre les phases a été choisi pour deux raisons. Tout d'abord, le travail au siège mondial d'OpenCo1 a suivi des cycles trimestriels, de sorte qu'un écart de trois mois nous a permis de mener les deux phases de collecte de données au même moment au cours du trimestre. Deuxièmement, cela a permis un peu plus de deux mois d'ajustement après le déménagement, suffisamment pour que les gens se soient installés dans leur nouvel environnement, mais pas tellement que le travail qu'ils ont fait aurait pu beaucoup changer.

L'ensemble de données comprenait 96 778 interactions F2F, 84 026 courriels (18 748 envoyés, 55 012 reçus, 9755 reçus par cc et 511 reçus par cci) et 25 691 messages instantanés (composés de 221 426 mots). La stratégie empirique la plus simple et la plus conservatrice pour analyser l'intervention consistait simplement à agréger puis à comparer les volumes pré-intervention et post-intervention :

$$Y_{it} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{it}) + \sum \text{person fixed effects} + \varepsilon_{it}.$$

Y_{it} , la variable dépendante, est la quantité d'interaction - F2F ou électronique - où «i» est l'individu en question et «t» est la phase (avant ou après la refonte). Post_{it} est une variable d'indicateur qui est égal à 1 si l'interaction a eu lieu après le remaniement. L'estimation principale a utilisé des régressions des moindres carrés ordinaires (MCO) avec des effets fixes sur la personne, bien que tous les résultats aient été robustes à l'exclusion des effets fixes sur la personne. Les erreurs standard ont été corrigées pour l'autocorrélation et regroupées par individu. Si la nouvelle conception interaction accrue F2F, nous devrions voir un effet positif et significatif β_1 - le coefficient indiqué dans la colonne « Post » du tableau 1 lorsque Y_{it} est l'interaction F2F (la première ligne de tableau 1). Plus généralement, dans le tableau 1, l'effet sur un type particulier d'interaction dû à la transition vers une architecture plus ouverte est rapporté dans la colonne

«post», où un nombre négatif indique une interaction réduite et un nombre positif indique une interaction accrue.

Résultats de l'étude 1

Volume d'interaction

Bien que l'objectif principal d'OpenCo1 en ouvrant l'espace ait été d'augmenter les interactions F2F, les 52 participants ont maintenant passé 72% moins de temps à interagir avec F2F. Avant la refonte, ils ont accumulé 5266 min d'interaction sur 15 jours, soit environ 5,8 h d'interaction F2F par personne et par jour. Après la refonte, ces mêmes personnes n'ont accumulé que 1492 min d'interaction sur 15 jours, soit environ 1,7 h par personne et par jour.

Même si tout le monde sur le sol pouvait voir tout le monde tout le temps (ou peut-être parce qu'ils le pouvaient), l'interaction virtuelle a remplacé l'interaction F2F dans l'espace nouvellement sans frontières. Après la refonte, les participants ont collectivement envoyé 56% (66) courriels en plus aux autres participants pendant 15 jours, ont reçu 20% (78) courriels en plus des autres participants et ont été copiés sur 41% (27) courriels supplémentaires des autres participants. (Pour les volumes reçus et cc'd, les e-mails envoyés sont comptés une fois pour chaque destinataire.) Cci: l'activité, qui était de faible volume et limitée à un petit sous-ensemble d'individus, n'a pas changé de manière significative. L'activité de messagerie instantanée a augmenté de 67% (99 messages supplémentaires) et les mots envoyés par messagerie instantanée ont augmenté de 75% (850 mots supplémentaires). Ainsi - pour reformuler plus précisément - dans l'espace sans frontières, l'interaction électronique a remplacé l'interaction F2F.

Résultat de performance

Doit-on s'inquiéter de ces effets? Une indication de la signification de ce changement de comportement était son effet sur la performance. Dans une revue de direction interne et confidentielle, les dirigeants d'OpenCo1 nous ont rapporté qualitativement que la productivité, telle que définie par les métriques utilisées par leur système interne de gestion des performances, avait diminué après la refonte pour éliminer les limites spatiales. Conformément aux recherches sur l'impact d'une baisse de la richesse médiatique sur la productivité et sur les défis particuliers du courrier électronique, il n'est pas nécessairement surprenant que la productivité ait diminué en raison d'une substitution du courrier électronique à l'interaction F2F. Ce qui est surprenant, c'est qu'une architecture plus ouverte et transparente a incité une telle substitution.

ÉTUDE 2

Compte tenu des résultats de l'étude 1, une autre organisation a été recrutée pour approfondir cette recherche. Notre objectif était de mener une réplique conceptuelle de la première étude avec une fenêtre temporelle plus longue. Cette deuxième étude empirique était également une expérience quasi-terrain dans une multinationale Fortune 500 et a été menée au siège mondial d'OpenCo2.² Au moment de l'étude, OpenCo2 était en train de réaménager son siège social sur plusieurs années, ce qui, comme dans l'étude 1, impliquait une transformation des sièges attribués dans les cabines en sièges attribués de manière similaire dans un bureau ouvert, avec de grandes salles de bureaux et moniteurs et pas de diviseurs entre les bureaux des gens.

Nous avons à nouveau collecté des données F2F à l'aide de badges sociométriques et de données de courrier électronique provenant des serveurs de l'entreprise, cette fois pour 100 employés d'un même étage, soit environ 45% des employés de cet étage. Comme dans l'étude 1, les données ont été collectées en deux phases: pendant huit semaines à compter de trois mois avant la refonte de cet étage particulier et pendant huit semaines à partir de deux mois après la refonte. Mais pour cette étude, nous avons également collecté des données détaillées sur les participants; à savoir, trois attributs de l'employé - sexe, affectation et rôle de l'équipe - et un attribut architectural - emplacement du bureau. Dans la première phase, les bureaux se trouvaient dans des cabines, de sorte que les sièges étaient séparés d'environ 2 m et directement adjacents

les uns aux autres. Dans la deuxième phase, les sièges étaient toujours à environ 2 m l'un de l'autre et directement adjacents les uns aux autres, mais étaient regroupés en tables non divisées et non murées de six à huit. L'emplacement des sièges nous a permis de calculer la distance physique entre les dyades des postes de travail des employés avant et après la refonte, de sorte que nous pourrions inclure la distance physique, ainsi que les autres attributs des employés, comme variables de contrôle. L'ensemble de données OpenCo2 comprenait 63 363 min d'interaction F2F et 25 553 e-mails, tous générés par 1830 dyades - ceux avec interaction - des 100 employés impliqués. Consciente des résultats cohérents de l'étude 1 sur plusieurs formes de communication électronique, l'étude 2 n'a collecté des données de courrier électronique que pour mesurer l'interaction électronique. La stratégie empirique était similaire:

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + \sum \text{dyad fixed effects} + \varepsilon_{jt}$$

et

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + (\beta_2 \times \text{Physical Distance}_{jt}) + (\beta_3 \times \text{Gender}_j) + (\beta_4 \times \text{Team}_j) + (\beta_5 \times \text{Role}_j) + \varepsilon_{jt}.$$

Dans l'équation (3.1), comme dans l'équation (2.1), Y_{jt} , la variable dépendante, est la quantité d'interaction, F2F ou électronique. Cependant, comme la variable de contrôle de la distance physique était dyadique, Y_{jt} doit aussi être spécifique à une dyade particulière «j» (plutôt qu'à un individu «i», comme dans l'étude 1). Comme dans l'étude 1, «t» fait référence à la phase (avant ou après la refonte). Post_{jt} est une variable indicatrice égale à 1 si l'interaction dyadique s'est produite après la refonte. Dans l'équation (3.2), nous étudions des variables de contrôle spécifiques - caractéristiques de chaque dyade - plutôt que de simples effets fixes dyades. La distance physique $_{jt}$ est la distance entre les postes de travail de la dyade, mesurée comme le chemin de marche le plus court (en mètres). Le sexe $_j$, l'équipe $_j$ et le rôle $_j$ sont des variables indicatrices égales à 1 si les deux individus de la dyade étaient du même sexe, dans la même équipe ou dans le même rôle, et égaux à 0 dans le cas contraire. L'estimation principale a utilisé des régressions MCO avec soit des effets fixes dyades (2), soit des contrôles de distance, de sexe, d'équipe et de rôle (3). Les erreurs standard des coefficients ont été corrigées pour l'autocorrélation et regroupées par dyade. Si la nouvelle conception interaction accrue F2F, nous devrions voir un effet positif et significatif β_1 - le coefficient rapporté dans la ligne « post » de tableau 2 lorsque Y_{jt} est l'interaction F2F. Plus généralement, dans le tableau 2, nous rapportons l'effet de la transition vers l'architecture ouverte sur des types particuliers d'interaction dans la ligne «post», où un nombre négatif indique une interaction réduite et un nombre positif indique une interaction accrue. Pour les variables de contrôle, nous rapportons le coefficient pour l'ensemble de l'échantillon sans tenir compte du fait que l'architecture du bureau impliquait des cabines ou des espaces ouverts, car notre objectif en incluant ces variables est de supprimer les effets de genre, d'équipe et de rôle de la variable d'intérêt, Post. Par exemple, le coefficient significatif et positif pour l'équipe signifie que ceux de la même équipe ont communiqué plus que ceux des différentes équipes (pour les cabines et les espaces ouverts), et le coefficient significatif et positif pour le rôle signifie que ceux dans le même rôle que ceux dans des rôles différents (pour les cabines et les espaces ouverts).

Résultats de l'étude 2

Volume d'interactions

À la suite de la refonte, 643 dyades ont diminué leur interaction F2F et 141 dyades l'ont augmentée. Dans le même temps, 222 dyades ont réduit leur interaction par courrier électronique et 374 dyades l'ont augmentée. Comme OpenCo1, OpenCo2 avait espéré, en ouvrant l'espace, augmenter les

interactions F2F, mais les résultats ne l'ont pas confirmé. Les 100 employés - ou 1830 dyades - que nous avons suivis ont passé entre 67% (modèle 1, 12,79 / 17,99) et 71% (modèle 2, 9,81 / 14,63) *moins de temps* à interagir avec F2F. Au lieu de cela, ils se sont envoyés par courrier électronique entre 22% (modèle 3, 1,24 / 5,75) et 50% (modèle 4, 1,54 / 3,07) de plus.

Comme on peut s'en douter, les dyades de la même équipe ou avec le même rôle communiquaient plus, à la fois F2F et par e-mail, par rapport aux dyades dans différentes équipes ou dans des rôles différents. Le sexe, en revanche, n'a eu aucun effet significatif sur le volume de l'une ou l'autre forme d'interaction. La distance physique a montré un petit effet inverse sur l'interaction F2F (modèle 2): plus les deux postes de travail sont proches, plus l'interaction F2F est importante. Cet effet était notable à la fois pour sa petite taille par rapport à la taille de l'effet de l'open office et pour le fait qu'il se limitait à l'interaction F2F (pas le courrier électronique). Nous étudierons cela plus en détail ensuite.

L'effet de la distance physique sur F2F par rapport aux e-mails

Le modèle 2 du tableau 2 montre que l'effet de la distance physique sur l'interaction F2F est faible - et l'effet sur le courrier électronique insignifiant - par rapport à celui de l'ouverture. L'effet relativement faible de la distance sur l'interaction F2F était surprenant étant donné que des études répétées ont montré que les gens parlent plus à ceux qui sont physiquement plus proches d'eux. Lorsque d'autres sont physiquement proches, il est plus facile d'en être conscient, d'entamer des conversations avec eux, de les rencontrer ou de les entendre de manière inattendue, et de gérer leurs impressions sur notre comportement de travail collaboratif. Néanmoins, notre examen de ces études antérieures n'a trouvé aucune qui mesurait directement les volumes d'interaction, et donc peut-être - bien que présent - l'effet de la distance sur l'interaction F2F peut être beaucoup plus minime qu'on ne le pensait auparavant.

Le tableau 2 ne permet cependant pas de comparer les effets relatifs de la distance physique sur l'interaction F2F et sur l'interaction par e-mail. Pour ce faire, nous avons utilisé un modèle d'espace latent appelé modèle de clustering de position latente pour prendre en compte le clustering et contrôler les autres covariables. Nous constatons que la distance physique affectait l'interaction F2F deux fois plus que l'interaction par e-mail. Pour vérifier la robustesse, nous avons utilisé plusieurs algorithmes d'apprentissage automatique, tels qu'une forêt aléatoire, pour voir si les changements dans les réseaux F2F provoqués par des changements de distance physique prédisaient des changements dans les réseaux de messagerie. Dans tous les modèles, nous constatons que les réseaux F2F et les réseaux de messagerie réagissent très différemment aux changements dans l'environnement construit, les changements dans un type de réseau ne permettant pas de prédire les changements dans l'autre.

Cette variance entre l'adaptation du F2F et des réseaux électroniques en réponse à un changement d'espace physique est un résultat important pour les recherches futures sur la collaboration et l'intelligence collective. Dans plusieurs cas notables, les recherches antérieures se sont appuyées uniquement sur le courrier électronique pour étudier des sujets allant de la débâcle d'Enron à la relation entre l'aménagement du bureau et l'interaction, fondant les affirmations sur l'interaction F2F sur les résultats des données d'interaction électronique. Notre constatation selon laquelle les changements dans la conception des lieux de travail affectent différemment les réseaux d'interaction électroniques et F2F (et, sur certaines mesures, dans des directions opposées) devrait inciter les futurs chercheurs à se méfier d'utiliser un réseau comme proxy pour l'autre.

DISCUSSION

Nous avons commencé par une question de recherche spécifique: la suppression des limites spatiales au travail pour créer des bureaux ouverts et illimités augmente-t-elle l'interaction? Nos deux études empiriques sur le terrain étaient cohérentes dans leur réponse: les bureaux ouverts et illimités réduisent

l'interaction F2F avec une ampleur, dans ces contextes, d'environ 70%. L'interaction électronique prend au moins une partie du jeu, augmentant d'environ 20% à 50% (tel que mesuré par «À:» l'e-mail reçu).

De nombreuses organisations, comme nos deux sites sur le terrain, transforment leurs architectures de bureaux en espaces ouverts avec l'intention de créer plus d'interaction F2F et donc un environnement de travail plus dynamique. Ce qu'ils obtiennent souvent - comme en témoigne un flux constant d'articles de presse annonçant la mort du bureau ouvert - est une étendue ouverte d'employés proximaux qui choisissent de s'isoler du mieux qu'ils peuvent (par exemple en portant de gros écouteurs) tout en ayant l'air d'être aussi occupés que possible (puisque tout le monde peut les voir). Des études récentes et des recherches antérieures ont enquêté sur l'insatisfaction autodéclarée des employés dans les bureaux ouverts, mais à notre connaissance, nous sommes les premiers à étudier empiriquement l'impact comportemental direct des espaces de bureaux ouverts sur le volume de F2F et l'interaction électronique. Nos résultats soutiennent trois récits édifiants.

Premièrement, les transitions vers une architecture de bureau ouvert ne favorisent pas nécessairement une interaction ouverte. Conformément au désir humain fondamental de confidentialité et aux preuves antérieures que la confidentialité peut augmenter la productivité, lorsque l'architecture du bureau rend tout le monde plus observable ou `` transparent ", elle peut atténuer l'interaction F2F, car les employés trouvent d'autres stratégies pour préserver leur vie privée; par exemple, en choisissant un canal différent par lequel communiquer. Plutôt que d'avoir une interaction F2F devant un large public de pairs, un employé peut regarder autour de lui, voir qu'une personne en particulier est à son bureau et envoyer un e-mail.

La deuxième mise en garde concerne l'impact d'une transition vers une architecture de bureau ouvert sur l'intelligence collective. Nous avons encore beaucoup à apprendre sur le fonctionnement de l'intelligence collective, car nous empruntons et distinguons des travaux parallèles sur l'intelligence des essaims chez les insectes sociaux et certains autres animaux. Alors que les premiers travaux supposaient que les espaces ouverts favoriseraient l'intelligence collective chez les humains, nos résultats soutiennent des travaux plus récents qui ont commencé à suggérer le contraire. Kao & Couzin, en modélisant la présence de multiples indices et la possibilité de les observer, constatent que des niveaux intermédiaires (plutôt que maximaux) d'indices produisent des niveaux plus élevés d'intelligence collective. Nous voyons une relation étroite entre notre constatation selon laquelle des bureaux ouverts et `` transparents " peuvent être sur-stimulants et donc réduire la productivité organisationnelle et la démonstration de Kao & Couzin selon laquelle une taille de groupe limitée et souvent restreinte maximise la précision des décisions dans des environnements complexes et réalistes. De même, des travaux récents d'intelligence collective suggèrent que, à l'instar de nos bureaux ouverts, trop d'informations issues de données sociales peuvent être problématiques, en partie à cause des défis de concentration de l'attention, mais aussi pour des raisons qui s'étendent à des fonctions plus générales de la cognition humaine. Par exemple, en reliant la cognition humaine et l'intelligence collective au comportement des insectes eusociaux, Toyokawa *et al* . ont constaté que la richesse des informations sociales était préjudiciable aux résultats de l'intelligence collective, la performance étant meilleure lorsque les opportunités d'apprentissage social étaient limitées. De même, dans une étude portant sur des sujets humains, Bernstein *et al* . ont constaté que l'influence sociale intermittente plutôt que constante produisait les meilleures performances parmi les humains engagés collectivement dans la résolution de problèmes complexes. Comme nous le rappelle l'article de Hight & Perry sur l'intelligence collective et la conception architecturale, «l'intelligence collective n'est pas simplement technique, mais aussi explicitement sociale, politique et par extension professionnelle» [2, p. 6]. Nos résultats renforcent empiriquement leur prudence quant au fait que la relation entre la conception architecturale et l'intelligence collective va au-delà des considérations techniques.

La troisième mise en garde est que les transitions vers une architecture de bureau ouvert peuvent avoir des effets différents sur différents canaux d'interaction. Dans nos études, l'ouverture a diminué l'interaction F2F avec une augmentation associée de l'interaction par e-mail. À l'ère du numérique, les employés peuvent

choisir parmi plusieurs canaux d'interaction et un changement d'architecture de bureau peut affecter ce choix.

Complétant les recherches antérieures sur la richesse des médias suggérant que le remplacement du courrier électronique par l'interaction F2F peut réduire la productivité, nos études mettent en évidence deux autres conséquences. Premièrement, parce que des mécanismes fondamentalement différents conduisent l'interaction F2F et e-mail, la proximité physique que les bureaux repensés cherchent à atteindre n'a un effet direct que sur l'interaction F2F, pas sur l'e-mail, mais conduit l'interaction de F2F à l'e-mail. L'adoption de bureaux ouverts semble donc avoir le résultat pervers de réduire plutôt que d'augmenter l'interaction productive. Deuxièmement, les réseaux F2F et de messagerie diffèrent. Bien que des études antérieures aient examiné l'un ou l'autre, aucune n'a lié empiriquement F2F et l'interaction du réseau de messagerie pour discerner à quel point un proxy est bon pour l'autre. Nous constatons que ce sont de piètres procurations les uns pour les autres. Par conséquent, une intervention qui redirige l'interaction d'un réseau à un autre, comme les remaniements de bureaux ouverts étudiés ici, non seulement change le canal d'interaction, mais aussi biaise les personnes avec *lesquelles* une personne interagit. Cela peut avoir de profondes conséquences sur la manière et la productivité du travail.

En résumé, comme les antécédents de l'interaction humaine au travail dépassent la proximité et la visibilité, les effets de l'architecture de bureau ouvert sur la collaboration ne sont pas aussi simples qu'on le pensait auparavant. Bien qu'il soit possible de réunir des substances chimiques dans des conditions spécifiques de température et de pression pour former le composé souhaité, d'autres facteurs semblent être à l'œuvre pour obtenir un effet similaire chez l'homme. Tant que nous ne comprenons pas ces facteurs, nous pourrions être surpris de constater une réduction de la collaboration F2F au travail alors même que nous concevons des espaces ouverts et transparents destinés à l'augmenter.

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.

EINFÜHRUNG

Grenzen zwischen 'uns' und 'ihnen' haben seit langem menschliches Interesse geweckt. Doch während Sozialwissenschaftler in einer Zeit, in der sich die Art der Arbeit ändert, weiterhin den Wert einer Vielzahl von Grenzen untersuchen, haben Manager und Organisationswissenschaftler Grenzen zunehmend als Hindernisse für Interaktionen definiert, die überspannt, durchdrungen oder verwischt werden sollten die Zusammenarbeit zu verbessern. Im physisch hervorstechendsten und konkretesten Beispiel werden „räumliche Grenzen“ bei der Arbeit - wie Büro- oder Kabinenwände - entfernt, um offene „unbegrenzte“ Büros zu schaffen, um eine bessere Zusammenarbeit und kollektive Intelligenz zu fördern. Funktioniert es?

Die frühere Theorie ist geteilt - und empirische Beweise gemischt - in Bezug auf die Auswirkung, die das Entfernen räumlicher Grenzen auf das menschliche Verhalten in dem Raum hat, der zuvor innerhalb dieser Grenzen lag. Einerseits ist die soziologische Theorie ein starkes Argument dafür, dass das Entfernen räumlicher Grenzen, um mehr Menschen in Kontakt zu bringen, *die* Zusammenarbeit und die kollektive

Intelligenz verbessern sollte. Die Vorstellung, dass Proximität oder Nähe soziale Interaktion vorhersagt - was die Bildung sozialer Bindungen und damit den Informationsaustausch und die Zusammenarbeit vorantreibt -, ist eine der robustesten Erkenntnisse in der Soziologie. Es wurde in so unterschiedlichen Kontexten wie dem US-Kongress, Pensionen aus dem 19. Jahrhundert, Studentenwohnheimen, Labors und Gemeinschaftsräumen beobachtet und Firmengebäude. Wenn räumliche Grenzen - wie Wände - entfernt werden, fühlen sich die Individuen physisch näher, was nach einer solchen Theorie zu mehr Interaktion führen sollte. Eine solche Interaktion ist eine notwendige Grundlage für kollektive Intelligenz - eine Form verteilter Intelligenz, die sich aus der sozialen Interaktion von Individuen ergibt und mehr als die Intelligenz einzelner Mitglieder die allgemeine Fähigkeit einer Gruppe vorhersagt, eine Vielzahl von Aufgaben auszuführen. Ähnlich wie die Schwarmintelligenz, die bei kognitiv einfachen Agenten wie sozialen Insekten und anderen Tieren beobachtet wird, erfordert die kollektive Intelligenz für Gruppen von Menschen Interaktion. Wenn eine größere Nähe zu einer stärkeren Interaktion führt, sollte dies zu einer stärkeren Zusammenarbeit und kollektiven Intelligenz führen.

Andererseits haben einige Organisationswissenschaftler, insbesondere Sozialpsychologen und Umweltpsychologen, gezeigt, dass das Entfernen räumlicher Grenzen die Zusammenarbeit und die kollektive Intelligenz *verringern* kann. Räumliche Grenzen spielen auf mehreren Analyseebenen seit langem eine funktionale Rolle. Sie helfen den Menschen, ihre Umgebung zu verstehen, indem sie sie modularisieren und klären, wer zuschaut und wer nicht, wer Informationen hat und wer nicht, wer gehört und wer nicht, wer steuert was und wer nicht, wem man antwortet und wem man nicht. Diese Denkschule geht ebenso wie Theorien des Organisationsdesigns und der Architektur davon aus, dass in die Arbeitsraumarchitektur eingebaute räumliche Grenzen die Zusammenarbeit und kollektive Intelligenz unterstützen, indem sie die Auswirkungen der kognitiven Einschränkungen der in ihnen arbeitenden Menschen abschwächen. Wie soziale Insekten, die in funktional bestimmten Zonen schwärmen, die durch räumliche Grenzen (z. B. Bienenstöcke, Nester oder Schulen) "unterteilt" sind, können Menschen - trotz ihrer größeren kognitiven Fähigkeiten - auch Grenzen benötigen, um ihre Interaktionen einzuschränken, wodurch das Potenzial für Überlastung verringert wird. Ablenkung, Voreingenommenheit, Kurzsichtigkeit und andere Symptome begrenzter Rationalität. Untersuchungen, die bereits in den grundlegenden Hawthorne-Studien durchgeführt wurden, zeigen, dass das Abmauern die Interaktion innerhalb der getrennten Gruppe erhöhen kann. In ähnlicher Weise deuten spätere Untersuchungen zur Arbeitsplatzgestaltung darauf hin, dass offene Büros bestimmte Bedingungen reduzieren können, die der Zusammenarbeit und der kollektiven Intelligenz förderlich sind, einschließlich der Zufriedenheit der Mitarbeiter, des Fokus, der psychologischen Privatsphäre und anderer affektiver und verhaltensbezogener Reaktionen. Solche negativen psychologischen Auswirkungen offener Büros können möglicherweise zu weniger und nicht zu mehr Interaktion zwischen denen in ihnen führen, was die Zusammenarbeit und die kollektive Intelligenz verringert.

Nach unserem Kenntnisstand hat keine frühere Studie direkt die Auswirkung auf die *tatsächliche Interaktion* gemessen, die sich aus dem Entfernen räumlicher Grenzen zur Schaffung einer offenen Büroumgebung ergibt. Frühere Forschungen zur Arbeitsplatzgestaltung stützten sich nicht direkt und objektiv auf Verhaltensweisen, sondern in hohem Maße auf umfragebasierte Methoden oder Aktivitätsprotokollmethoden, die selbstberichtete Maßnahmen lieferten, oder auf Studien zur sozialen Beobachtung, die die subjektive Interpretation menschlicher Interaktionen durch einen Beobachter ermöglichten. Vor einigen Jahrzehnten, als ein Großteil der Forschung zur Arbeitsplatzgestaltung durchgeführt wurde, war es unerschwinglich schwierig, die tatsächlichen Interaktionsmuster von Personen bei der Arbeit in traditionellen und offenen Büroumgebungen zu messen, aber die neue Technologie der „People Analytics“ hat dies durchaus möglich gemacht.

Anhand von zwei Feldstudien von Organisationen, die ihre Büroarchitektur durch Entfernen räumlicher Grenzen verändern, um offener zu werden, messen wir empirisch die Auswirkungen auf die Interaktion und

verfolgen sorgfältig die Interaktion von Angesicht zu Angesicht (F2F) vor und nach dem Übergang mit tragbaren soziometrischen Geräten, die das Vermeiden ungenauer und subjektiver, auf Umfragen basierender, selbst gemeldeter Maßnahmen, die typisch für frühere Studien zur Zusammenarbeit im Büro sind. Wir messen auch zwei digitale Interaktionskanäle - E-Mail und Instant Messaging - anhand von Informationen von den Servern des Unternehmens.

In der ersten Studie konzentrieren wir uns auf die grundlegendsten empirischen Fragen: Wie wirkt sich der Übergang von Kabinen zu offenen Arbeitsbereichen auf das *Gesamtvolumen* und die *Art* der Interaktion aus und welche Auswirkungen auf die organisatorische Leistung auf der Grundlage des unternehmenseigenen Leistungsmanagementsystems? In der zweiten Studie replizieren wir die Ergebnisse der ersten Studie und dann noch zwei weitere gezielte empirische Fragen: Wie funktioniert räumlicher *Abstand* zwischen den Arbeitsplätzen moderiert die Wirkung des Übergangs von Kabinen zu offenen Arbeitsbereichen und wie einzelne Mitarbeiter Interaktion *Netzwerke*, sowohl F2F und Elektronik, anders verändern? Während die erste Studie Interaktionen mit *Individuen* berücksichtigt, betrachtet die zweite Interaktionen für *Dyaden* (beide Seiten der Interaktion), was eine genauere, aber begrenzte Untersuchung der Auswirkungen ermöglicht.

STUDIE 1

Die erste empirische Studie, ein Quasi-Feld-Experiment, wurde am globalen Hauptsitz von OpenCo1, einem multinationalen Fortune 500-Unternehmen, durchgeführt. In einem sogenannten Krieg gegen die Wände entschied sich OpenCo1, die neuesten Open-Office-Workstation-Produkte zu verwenden, um die wandgebundenen Arbeitsbereiche in seiner Zentrale vollständig so zu verändern, dass eine gesamte Etage offen, transparent und grenzenlos war.

Die Neugestaltung, bei der die Mitarbeiter von zugewiesenen Sitzplätzen in ihrer ursprünglichen Etage zu ähnlich zugewiesenen Sitzplätzen in einer neu gestalteten Etage derselben Größe wechseln mussten, wirkte sich auf Mitarbeiter in Funktionen wie Technologie, Vertrieb und Preisgestaltung, Personalwesen, Finanzen und Produktentwicklung aus sowie die oberste Führung. Von diesen Personen stimmte eine Gruppe von 52 (ungefähr 40%) der Teilnahme an dem Experiment zu. Ein Vergleich der HR-Daten für Teilnehmer und Nichtteilnehmer ergab keine Hinweise auf eine Nichtantwortverzerrung. Aufgrund der Art der Büroräume zogen alle Mitarbeiter gleichzeitig vom alten in den neu gestalteten Raum um, sodass das Experiment mit einem unterbrochenen Zeitreihendesign strukturiert wurde.

Um ein vollständiges, datenreiches Bild der Interaktionsmuster sowohl vor als auch nach dem Entfernen der Grenzen zu erhalten, wurden die Teilnehmer gebeten, einen Sensor zu tragen, der als soziometrisches Abzeichen bezeichnet wird und ihre F2F-Interaktionen detailliert aufzeichnet: ein Infrarot (IR) Sensor erfasst, wem sie gegenüberstehen (durch Kontaktaufnahme mit dem IR-Sensor der anderen Person), Mikrofone erfassen, ob sie sprechen oder zuhören (aber nicht, was gesagt wurde), ein Beschleunigungsmesser erfasst die Bewegung und Haltung des Körpers und ein Bluetooth-Sensor erfasst die räumliche Position (Abbildung 1). Alle Sensoren zeichneten zeitgestempelte Daten in Intervallen von 10 ms auf. Basierend auf früheren Untersuchungen unter Verwendung dieser soziometrischen Abzeichen wurde eine F2F-Wechselwirkung aufgezeichnet, wenn drei Bedingungen erfüllt waren: Zwei oder mehr Abzeichen (i) standen sich gegenüber (mit ununterbrochener Infrarot-Sichtlinie), (ii) erkannten abwechselndes Sprechen und (iii) innerhalb von 10 m voneinander waren. Die Interaktion endete, als eines der drei Kriterien länger als 5 s nicht mehr zutraf. Während diese Kriterien auf Präzedenzfällen aus der signifikanten vorherigen Verwendung soziometrischer Abzeichen beruhten, zeigte die Sensitivitätsanalyse, dass die Ergebnisse gegenüber vernünftigen alternativen Annahmen (einschließlich kürzerer Entfernungen in Schritten von 1 m, unterschiedlicher Verzögerungszeiten vor Abschluss einer Interaktion und unterschiedlicher Sprechmuster) robust sind. Diese F2F-Daten wurden mit E-Mail- und IM-Daten für

denselben Zeitraum kombiniert, die von den Servern des Unternehmens gesammelt wurden, um ein vollständiges Bild der Interaktionen dieser Fachleute vor und nach der Neugestaltung zu erstellen.

Die Daten wurden in zwei Phasen gesammelt: für 15 Arbeitstage (drei Wochen) vor der Neugestaltung und ungefähr drei Monate später für 15 Arbeitstage nach der Neugestaltung. Dreiwöchige Datenerfassungsfenster wurden ausgewählt, um das Gleichgewicht zwischen dem Wunsch der Organisation, die Belastung der Forschungsstudie für ihre Mitarbeiter zu minimieren, und unserer Notwendigkeit, die Möglichkeit von eigenwilligen täglichen und wöchentlichen Abweichungen in den Mitarbeiterplänen zu kontrollieren, zu wählen. Die dreimonatige Pause zwischen den Phasen wurde aus zwei Gründen gewählt. Erstens folgten die Arbeiten am globalen Hauptsitz von OpenCo1 vierteljährlichen Zyklen, sodass wir nach einer dreimonatigen Lücke die beiden Datenerfassungsphasen zum gleichen Zeitpunkt im Quartal durchführen konnten. Zweitens ermöglichte es etwas mehr als zwei Monate der Anpassung nach dem Umzug, genug, um sich in ihrer neuen Umgebung niederzulassen, aber nicht so sehr, dass sich die von ihnen geleistete Arbeit stark hätte ändern können.

Der Datensatz umfasste 96 778 F2F-Interaktionen, 84 026 E-Mails (18 748 gesendet, 55 012 empfangen, 9755 von cc empfangen und 511 von bcc empfangen) und 25 691 IMs (bestehend aus 221 426 Wörtern). Die einfachste und konservativste empirische Strategie zur Analyse der Intervention bestand darin, das Volumen vor und nach der Intervention einfach zu aggregieren und anschließend zu vergleichen :

$$Y_{it} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{it}) + \sum \text{person fixed effects} + \varepsilon_{it}.$$

Y_{it} , die abhängige Variable, ist das Ausmaß der Interaktion - F2F oder elektronisch -, wobei 'i' das betreffende Individuum und 't' die Phase ist (vor oder nach der Neugestaltung). Post_{it} ist eine Indikatorvariable, die gleich 1 ist, wenn die Interaktion nach dem Redesign stattgefunden hat. Die Hauptschätzung verwendete gewöhnliche Regressionen der kleinsten Quadrate (OLS) mit personenfesten Effekten, obwohl alle Ergebnisse unter Ausschluss von personenfesten Effekten robust waren. Standardfehler wurden hinsichtlich Autokorrelation korrigiert und nach Einzelpersonen gruppiert. Wenn das Redesign die F2F-Interaktion erhöht, sollten wir ein positives und signifikantes β_1 sehen - den Koeffizienten, der in der Spalte 'Post' von Tabelle 1 angegeben ist -, wenn es sich bei Y um eine F2F-Interaktion handelt (die erste Zeile von Tabelle 1). Allgemeiner wird in Tabelle 1 die Auswirkung auf eine bestimmte Art von Interaktion aufgrund des Übergangs zu einer offeneren Architektur in der Spalte "Post" angegeben, wobei eine negative Zahl eine verringerte Interaktion und eine positive Zahl eine erhöhte Interaktion anzeigt.

Ergebnisse der Studie 1

Umfang der Interaktion

Obwohl der Hauptzweck von OpenCo1 bei der Öffnung des Raums darin bestand, die F2F-Interaktionen zu erhöhen, verbrachten die 52 Teilnehmer jetzt 72% weniger Zeit mit der Interaktion mit F2F. Vor der Neugestaltung sammelten sie über 15 Tage 5266 Minuten Interaktion oder ungefähr 5,8 Stunden F2F-Interaktion pro Person und Tag. Nach der Neugestaltung sammelten dieselben Personen innerhalb von 15 Tagen nur 1492 Minuten Interaktion oder ungefähr 1,7 Stunden pro Person und Tag.

Obwohl jeder auf dem Boden die ganze Zeit alle anderen sehen konnte (oder vielleicht weil sie es konnten), ersetzte die virtuelle Interaktion die F2F-Interaktion im neu grenzenlosen Raum. Nach der Neugestaltung schickten die Teilnehmer innerhalb von 15 Tagen insgesamt 56% (66) mehr E-Mails an andere Teilnehmer, erhielten 20% (78) mehr E-Mails von anderen Teilnehmern und erhielten 41% (27) mehr E-Mails von anderen Teilnehmern. (Für das empfangene und das cc-Volumen werden die gesendeten E-Mails für jeden Empfänger einmal gezählt.) Bcc: Die Aktivität, deren Volumen gering und auf eine kleine Teilmenge von Personen beschränkt war, änderte sich nicht wesentlich. Die IM-Nachrichtenaktivität stieg

um 67% (99 weitere Nachrichten) und die von IM gesendeten Wörter um 75% (850 weitere Wörter). Genauer gesagt ersetzte die elektronische Interaktion im grenzenlosen Raum die F2F-Interaktion.
Leistungsergebnis

Sollten wir uns über diese Auswirkungen Sorgen machen? Ein Hinweis auf die Aussagekraft dieser Verhaltensänderung war ihre Auswirkung auf die Leistung. In einer internen und vertraulichen Managementüberprüfung berichteten uns die Führungskräfte von OpenCo1 qualitativ, dass die Produktivität, wie sie durch die von ihrem internen Leistungsmanagementsystem verwendeten Metriken definiert wird, nach der Neugestaltung zurückgegangen war, um räumliche Grenzen zu beseitigen. In Übereinstimmung mit der Untersuchung der Auswirkungen eines Rückgangs des Medienreichtums auf die Produktivität und auf die besonderen Herausforderungen von E-Mails ist es nicht unbedingt überraschend, dass die Produktivität aufgrund eines Ersatzes der F2F-Interaktion durch E-Mail zurückging. Überraschend ist, dass eine offenere, transparentere Architektur zu einer solchen Substitution geführt hat.

STUDIE 2

Angesichts der Ergebnisse aus Studie 1 wurde eine andere Organisation angeworben, um diese Forschung voranzutreiben. Unser Ziel war es, eine konzeptionelle Replikation der ersten Studie mit einem längeren Zeitfenster durchzuführen. Diese zweite empirische Studie war ebenfalls ein Quasi-Feld-Experiment bei einem multinationalen Fortune 500-Unternehmen und wurde am globalen Hauptsitz von OpenCo2 durchgeführt. ² Zum Zeitpunkt der Studie befand sich OpenCo2 im Prozess einer mehrjährigen Neugestaltung der Zentrale, die - wie in Studie 1 - eine Umwandlung von zugewiesenen Sitzplätzen in Kabinen zu ähnlich zugewiesenen Sitzplätzen in einem offenen Bürodiesign mit großen Räumen von Schreibtische und Monitore und keine Trennwände zwischen den Schreibtischen der Menschen.

Wir haben erneut F2F-Daten mithilfe von soziometrischen Ausweisen und E-Mail-Daten von Unternehmensservern gesammelt, diesmal für 100 Mitarbeiter aus einer einzigen Etage, was ungefähr 45% der Mitarbeiter in dieser Etage entspricht. Wie in Studie 1 wurden die Daten in zwei Phasen gesammelt: für acht Wochen ab drei Monaten vor der Neugestaltung dieses bestimmten Fußbodens und für acht Wochen ab zwei Monaten nach der Neugestaltung. Für diese Studie haben wir aber auch detaillierte Daten zu den Teilnehmern gesammelt. Drei Mitarbeiterattribute - Geschlecht, Teamzuweisung und Rolle - und ein Architekturattribut - Schreibtischstandort. In der ersten Phase befanden sich die Schreibtische in Kabinen, sodass die Sitze etwa 2 m voneinander entfernt und direkt nebeneinander lagen. In der zweiten Phase lagen die Sitze noch etwa 2 m voneinander entfernt und direkt nebeneinander, wurden jedoch an ungeteilten und nicht ummauerten Tischen von sechs bis acht Personen gruppiert. Durch die Sitzposition konnten wir den physischen Abstand zwischen den Dyaden der Mitarbeiterarbeitsplätze vor und nach der Neugestaltung berechnen, sodass wir den physischen Abstand sowie die anderen Mitarbeiterattribute als Kontrollvariablen einbeziehen konnten. Der OpenCo2-Datensatz enthielt 63 363 Minuten F2F-Interaktion und 25 553 E-Mails, die alle von 1830 Dyaden - denen mit Interaktion - der 100 beteiligten Mitarbeiter generiert wurden. In Anbetracht der konsistenten Ergebnisse von Studie 1 über mehrere Formen der elektronischen Kommunikation hinweg sammelte Studie 2 nur E-Mail-Daten, um die elektronische Interaktion zu messen. Die empirische Strategie war ähnlich:

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + \sum \text{dyad fixed effects} + \varepsilon_{jt}$$

und

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + (\beta_2 \times \text{Physical Distance}_{jt}) + (\beta_3 \times \text{Gender}_j) + (\beta_4 \times \text{Team}_j) + (\beta_5 \times \text{Role}_j) + \varepsilon_{jt}.$$

In Gleichung (3.1) ist wie in Gleichung (2.1) Y_{jt} , die abhängige Variable, das Ausmaß der Wechselwirkung, F2F oder elektronisch. Da die Kontrollvariable für den physikalischen Abstand dyadisch war, muss Y_{jt} auch für eine bestimmte Dyade 'j' spezifisch sein (und nicht für ein individuelles 'i' wie in Studie 1). Wie in Studie 1 bezieht sich 't' auf die Phase (vor oder nach der Neugestaltung). Post_{jt} ist eine Indikatorvariable, die gleich 1 ist, wenn die dyadische Interaktion nach dem Redesign aufgetreten ist. In Gleichung (3.2) untersuchen wir spezifische Kontrollvariablen - Eigenschaften jeder Dyade - und nicht nur dyadenfeste Effekte. Physische Entfernung Distance_{jt} ist die Entfernung zwischen den Arbeitsstationen der Dyade, gemessen als kürzester Gehweg (in Metern). Geschlecht Gender_j , Team Team_j und Rolle Role_j sind Indikatorvariablen, die gleich 1 sind, wenn die beiden Personen in der Dyade das gleiche Geschlecht, das gleiche Team oder die gleiche Rolle haben und ansonsten gleich 0 sind. Die Hauptschätzung verwendete OLS-Regressionen mit entweder dyadenfesten Effekten (2) oder Distanz-, Geschlechts-, Team- und Rollenkontrollen (3). Standardfehler der Koeffizienten wurden hinsichtlich Autokorrelation korrigiert und durch Dyade geclustert. Wenn das Redesign die F2F-Wechselwirkung erhöht, sollten wir ein positives und signifikantes β_1 - den Koeffizienten, der in der 'post'-Zeile von Tabelle 2 angegeben ist -, wenn es sich bei Y um eine F2F-Wechselwirkung handelt. Allgemeiner berichten wir in Tabelle 2 über die Auswirkungen des Übergangs zur offenen Architektur auf bestimmte Interaktionstypen in der Zeile "Post", wobei eine negative Zahl eine verringerte Interaktion und eine positive Zahl eine erhöhte Interaktion anzeigt. Für die Kontrollvariablen geben wir den Koeffizienten für die gesamte Stichprobe an, unabhängig davon, ob es sich bei der Büroarchitektur um Kabinen oder Freiflächen handelt, da unser Zweck bei der Einbeziehung dieser Variablen darin besteht, die Auswirkungen von Geschlecht, Team und Rolle aus der interessierenden Variablen Post zu entfernen. Zum Beispiel bedeutet der signifikante und positive Koeffizient für Team, dass diejenigen im selben Team mehr kommunizierten als diejenigen in verschiedenen Teams (sowohl für Kabinen als auch für Freiflächen), und der signifikante und positive Koeffizient für die Rolle bedeutet, dass diejenigen in derselben Rolle mehr kommunizierten als diejenigen in verschiedenen Rollen (sowohl für Kabinen als auch für offene Räume).

Studie 2 Ergebnisse

Umfang der Interaktionen

Infolge der Neugestaltung verringerten 643 Dyaden ihre F2F-Wechselwirkung und 141 Dyaden erhöhten sie. Gleichzeitig verringerten 222 Dyaden ihre E-Mail-Interaktion und 374 Dyaden erhöhten sie. Wie OpenCo1 hatte OpenCo2 gehofft, durch die Öffnung des Raums die F2F-Interaktionen zu erhöhen, aber die Ergebnisse bestätigten dies nicht. Die 100 Mitarbeiter - oder 1830 Dyaden - verbrachten zwischen 67% (Modell 1, 12,79 / 17,99) und 71% (Modell 2, 9,81 / 14,63) *weniger* Zeit mit der Interaktion mit F2F. Stattdessen schickten sie sich zwischen 22% (Modell 3, 1,24 / 5,75) und 50% (Modell 4, 1,54 / 3,07) mehr eine E-Mail.

Wie man vermuten könnte, kommunizierten Dyaden im selben Team oder mit derselben Rolle mehr, sowohl F2F als auch per E-Mail, im Vergleich zu Dyaden in verschiedenen Teams oder in verschiedenen Rollen. Im Gegensatz dazu hatte das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf das Volumen beider Interaktionsformen. Die physikalische Entfernung zeigte einen kleinen umgekehrten Effekt auf die F2F-Interaktion (Modell 2): Je näher die beiden Workstations sind, desto stärker ist die F2F-Interaktion. Dieser Effekt war sowohl für seine geringe Größe im Verhältnis zur Größe des Effekts des offenen Büros als auch für die Tatsache bemerkenswert, dass er auf die F2F-Interaktion (nicht auf E-Mail) beschränkt war. Wir werden dies als nächstes genauer untersuchen.

Die Auswirkung der physischen Entfernung auf F2F im Vergleich zu E-Mail

Modell 2 von Tabelle 2 zeigt, dass die Auswirkung der physischen Entfernung auf die F2F-Interaktion im Vergleich zur Offenheit gering und die Auswirkung auf E-Mails unbedeutend ist. Der relativ geringe Effekt der Entfernung auf die F2F-Interaktion war überraschend, da wiederholte Studien gezeigt haben, dass Menschen mehr mit denen sprechen, die ihnen physisch näher stehen. Wenn andere physisch in der Nähe sind, ist es einfacher, sich ihrer bewusst zu werden, Gespräche mit ihnen zu beginnen, ihnen unerwartet zu begegnen oder sie zu belauschen, und ihre Eindrücke von unserem kollaborativen Arbeitsverhalten zu verwalten. Unsere Überprüfung dieser früheren Studien ergab jedoch keine, die das Interaktionsvolumen direkt gemessen hat, und daher ist der Einfluss der Entfernung auf die F2F-Interaktion möglicherweise - sofern vorhanden - weitaus geringer als bisher angenommen.

In Tabelle 2 können wir jedoch die relativen Auswirkungen der physischen Entfernung auf die F2F-Interaktion und die E-Mail-Interaktion nicht vergleichen. Zu diesem Zweck haben wir ein latentes Raummodell namens Latent Position Clustering Model verwendet, um das Clustering zu berücksichtigen und andere Kovariaten zu steuern. Wir stellen fest, dass die physische Entfernung die F2F-Interaktion doppelt so stark beeinflusst wie die E-Mail-Interaktion. Zur Überprüfung der Robustheit haben wir verschiedene Algorithmen für maschinelles Lernen verwendet, z. B. einen Random Forest, um festzustellen, ob Änderungen in F2F-Netzwerken aufgrund von Änderungen der physischen Entfernung Änderungen in E-Mail-Netzwerken vorhersagen. Bei allen Modellen stellen wir fest, dass F2F-Netzwerke und E-Mail-Netzwerke sehr unterschiedlich auf Änderungen in der erstellten Umgebung reagieren, wobei Änderungen in einem Netzwerktyp Änderungen in der anderen nicht vorhersagen können.

Diese Varianz zwischen der Anpassung von F2F und elektronischen Netzen als Reaktion auf eine Veränderung des physischen Raums ist eine wichtige Erkenntnis für die zukünftige Forschung zu Zusammenarbeit und kollektiver Intelligenz. In mehreren bemerkenswerten Fällen stützten sich frühere Forschungen ausschließlich auf E-Mails, um Themen zu untersuchen, die vom Enron-Debakel bis zur Beziehung zwischen Bürolayout und Interaktion reichen, wobei Behauptungen über die F2F-Interaktion auf Erkenntnissen aus elektronischen Interaktionsdaten beruhen. Unsere Feststellung, dass Änderungen in der Arbeitsplatzgestaltung elektronische und F2F-Interaktionsnetzwerke unterschiedlich beeinflussen (und bei einigen Maßnahmen in entgegengesetzte Richtungen), sollte zukünftige Forscher davor warnen, ein Netzwerk als Proxy für das andere zu verwenden.

DISKUSSION

Wir begannen mit einer spezifischen Forschungsfrage: Steigert das Entfernen räumlicher Grenzen bei der Arbeit zur Schaffung offener, unbegrenzter Büros die Interaktion? Unsere beiden empirischen Feldstudien waren in ihrer Antwort konsistent: Offene, unbegrenzte Büros reduzieren die F2F-Interaktion mit einer Größenordnung von etwa 70% in diesen Kontexten. Die elektronische Interaktion nimmt zumindest einen Teil des Durchhangs ein und steigt um etwa 20% bis 50% (gemessen an der empfangenen E-Mail „An:“).

Viele Organisationen, wie unsere beiden Außendienststandorte, verwandeln ihre Büroarchitekturen in offene Räume mit der Absicht, mehr F2F-Interaktion und damit ein lebendigeres Arbeitsumfeld zu schaffen. Was sie oft bekommen - wie von einem stetigen Strom von Nachrichtenartikeln erfasst, die den Tod des offenen Büros bekennen -, ist eine offene Fläche von proximalen Mitarbeitern, die sich entscheiden, sich so gut wie möglich zu isolieren (z. B. durch das Tragen großer Kopfhörer), während sie so beschäftigt zu sein scheinen wie möglich (da jeder sie sehen kann). Jüngste Studien und frühere Forschungen haben die selbst gemeldete Unzufriedenheit von Mitarbeitern in offenen Büros untersucht. Nach unserem Kenntnisstand sind wir jedoch die ersten, die empirisch die direkten Verhaltensauswirkungen offener Büroräume auf das Volumen von F2F und die elektronische Interaktion untersuchen. Unsere Ergebnisse stützen drei warnende Geschichten.

Erstens fördern Übergänge zur Open Office-Architektur nicht unbedingt die offene Interaktion. In Übereinstimmung mit dem grundlegenden menschlichen Wunsch nach Privatsphäre und früheren Beweisen, dass Datenschutz die Produktivität steigern kann, kann die Büroarchitektur, wenn jeder besser sichtbar oder „transparenter“ ist, die F2F-Interaktion dämpfen, da Mitarbeiter andere Strategien zur Wahrung ihrer Privatsphäre finden. Zum Beispiel durch Auswahl eines anderen Kommunikationskanals. Anstatt eine F2F-Interaktion vor einem großen Publikum von Kollegen zu haben, kann sich ein Mitarbeiter umsehen, feststellen, dass sich eine bestimmte Person an seinem Schreibtisch befindet, und eine E-Mail senden.

Die zweite Warnung bezieht sich auf die Auswirkungen eines Übergangs zur Open-Office-Architektur auf die kollektive Intelligenz. Wir müssen noch viel darüber lernen, wie kollektive Intelligenz funktioniert, da wir parallele Arbeiten zur Schwarmintelligenz zwischen sozialen Insekten und einigen anderen Tieren ausleihen und unterscheiden. Während die frühesten Arbeiten davon ausgegangen sind, dass offene Räume die kollektive Intelligenz unter Menschen fördern würden, stützen unsere Ergebnisse neuere Arbeiten, die begonnen haben, etwas anderes vorzuschlagen. Kao & Couzin stellen bei der Modellierung des Vorhandenseins mehrerer Hinweise und der Möglichkeit, sie zu beobachten, fest, dass mittlere (und nicht maximale) Hinweise ein höheres Maß an kollektiver Intelligenz erzeugen. Wir sehen eine enge Beziehung zwischen unserer Feststellung, dass offene, „transparente“ Büros möglicherweise zu stark stimulieren und damit die organisatorische Produktivität verringern, und der Demonstration von Kao & Couzin, dass eine endlich begrenzte und häufig kleine Gruppengröße die Entscheidungsgenauigkeit in komplexen, realistischen Umgebungen maximiert. In ähnlicher Weise deuten jüngste Arbeiten zur kollektiven Intelligenz darauf hin, dass wie in unseren offenen Büros zu viele Informationen aus sozialen Daten problematisch sein können, teilweise aufgrund von Herausforderungen, die die Aufmerksamkeit fokussieren, aber auch aus Gründen, die sich auf allgemeinere Funktionen der menschlichen Wahrnehmung erstrecken. Durch die Verbindung von menschlicher Erkenntnis und kollektiver Intelligenz mit dem Verhalten eusozialer Insekten haben Toyokawa *et al.* festgestellt, dass der Reichtum an sozialen Informationen die Ergebnisse der kollektiven Intelligenz beeinträchtigte, wobei die Leistung am besten war, wenn die Möglichkeiten des sozialen Lernens eingeschränkt waren. In ähnlicher Weise haben Bernstein *et al.* fanden heraus, dass intermittierender und nicht ständiger sozialer Einfluss die beste Leistung unter Menschen erbrachte, die gemeinsam komplexe Problemlösungen durchführen. Wie wir in Hight & Perrys Artikel über kollektive Intelligenz und architektonische Gestaltung erinnert werden, ist „kollektive Intelligenz nicht nur technisch, sondern auch ausdrücklich sozial, politisch und im weiteren Sinne professionell“ [2, S. 6]. Unsere Ergebnisse bestätigen empirisch ihre Ansicht, dass die Beziehung zwischen architektonischem Design und kollektiver Intelligenz über technische Überlegungen hinausgeht.

Die dritte Warnung ist, dass Übergänge zur Open Office-Architektur unterschiedliche Auswirkungen auf verschiedene Interaktionskanäle haben können. In unseren Studien verringerte Offenheit die F2F-Interaktion mit einer damit verbundenen Zunahme der E-Mail-Interaktion. Im digitalen Zeitalter können Mitarbeiter aus mehreren Interaktionskanälen auswählen, und eine Änderung der Büroarchitektur kann diese Auswahl beeinflussen.

Unsere Studien ergänzen zwei Untersuchungen zum Medienreichtum, die darauf hindeuten, dass das Ersetzen der F2F-Interaktion durch E-Mail die Produktivität verringern kann, und heben zwei weitere Konsequenzen hervor. Erstens, da grundlegend unterschiedliche Mechanismen die F2F- und E-Mail-Interaktion steuern, wirkt sich die physische Neigung, die neu gestaltete Büros erreichen möchten, nur direkt auf die F2F-Interaktion aus, nicht auf E-Mails, sondern auf die Interaktion von F2F zu E-Mail. Die Übernahme offener Büros scheint daher das perverse Ergebnis zu haben, die produktive Interaktion eher zu reduzieren als zu erhöhen. Zweitens unterscheiden sich F2F- und E-Mail-Netzwerke. Obwohl frühere Studien das eine oder andere untersucht haben, hat keines die Interaktion zwischen F2F und E-Mail-Netzwerk empirisch verknüpft, um festzustellen, wie gut ein Proxy für den anderen ist. Wir finden, dass sie

schlechte Stellvertreter für einander sind. Daher ändert eine Intervention, die die Interaktion von einem Netzwerk in ein anderes umleitet, wie die hier untersuchten Open-Office-Redesigns, nicht nur den Interaktionskanal, sondern verzerrt auch, mit *wem* eine Person interagiert. Dies kann tiefgreifende Konsequenzen dafür haben, wie und wie produktiv Arbeit geleistet wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Auswirkungen der Open-Office-Architektur auf die Zusammenarbeit nicht so einfach sind, wie bisher angenommen, da die Voraussetzungen menschlicher Interaktion bei der Arbeit über Nähe und Sichtbarkeit hinausgehen. Während es möglich ist, chemische Substanzen unter bestimmten Temperatur- und Druckbedingungen zusammenzubringen, um die gewünschte Verbindung zu bilden, scheinen mehr Faktoren bei der Erzielung eines ähnlichen Effekts beim Menschen eine Rolle zu spielen. Bis wir diese Faktoren verstanden haben, können wir überrascht sein, dass die F2F-Zusammenarbeit bei der Arbeit reduziert wird, selbst wenn wir transparente, offene Räume entwerfen, die diese erhöhen sollen.

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

Os limites entre "nós" e "eles" há muito tempo atraem o interesse humano. No entanto, mesmo enquanto os cientistas sociais continuam a estudar o valor de uma vasta gama de fronteiras, em uma era em que a natureza do trabalho está mudando, gerentes e acadêmicos organizacionais têm cada vez mais enquadrado as fronteiras como barreiras à interação que devem ser ultrapassadas, permeadas ou obscurecidas para aumentar a colaboração. No exemplo mais saliente e concreto fisicamente, 'limites espaciais' no trabalho - como paredes de escritórios ou cubículos - estão sendo removidos para criar escritórios 'ilimitados' abertos a fim de estimular uma maior colaboração e inteligência coletiva. Funciona?

A teoria anterior é dividida - e as evidências empíricas mescladas - sobre o efeito que a remoção das fronteiras espaciais tem sobre o comportamento humano no espaço anteriormente dentro dessas fronteiras. Por um lado, a teoria sociológica apresenta um forte argumento de que a remoção das fronteiras espaciais para colocar mais pessoas em contato deve *aumentar* a colaboração e a inteligência coletiva. A noção de que a proximidade, ou proximidade, prediz a interação social - impulsionando a formação de laços sociais e, portanto, a troca de informações e colaboração - é uma das descobertas mais robustas da sociologia. Foi observado em contextos tão diversos como o Congresso dos Estados Unidos, pensões do século XIX, dormitórios universitários, laboratórios, espaços de trabalho compartilhado e edifícios corporativos. Quando as fronteiras espaciais - como paredes - são removidas, os indivíduos se sentem mais próximos fisicamente, o que, sugere tal teoria, deve levar a mais interação. Essa interação é uma base necessária para a inteligência coletiva - uma forma de inteligência distribuída que surge da interação social de indivíduos e que prediz, mais do que a inteligência de membros individuais, a capacidade geral de um grupo de realizar uma ampla variedade de tarefas. Muito parecido com a inteligência de enxame observada entre agentes cognitivamente simples, como insetos sociais e outros animais, a inteligência coletiva para

grupos de humanos requer interação. Se maior proximidade leva a uma maior interação, deve gerar maior colaboração e inteligência coletiva.

Por outro lado, alguns estudiosos organizacionais, especialmente psicólogos sociais e psicólogos ambientais, mostraram que a remoção de fronteiras espaciais pode *diminuir* a colaboração e a inteligência coletiva. Os limites espaciais têm desempenhado um papel funcional em vários níveis de análise, ajudando as pessoas a dar sentido ao seu ambiente ao modularizá-lo, esclarecendo quem está assistindo e quem não está, quem tem informações e quem não tem, quem pertence e quem não, quem controla o que e quem não, a quem se responde e a quem não. Essa escola de pensamento, assim como as teorias de design e arquitetura organizacional, pressupõe que os limites espaciais construídos na arquitetura do espaço de trabalho apóiam a colaboração e a inteligência coletiva ao mitigar os efeitos das restrições cognitivas dos seres humanos que trabalham dentro deles. Como insetos sociais que enxameiam dentro de zonas funcionalmente determinadas 'particionadas' por limites espaciais (por exemplo, colmeias, ninhos ou escolas), os seres humanos - apesar de suas maiores habilidades cognitivas - também podem exigir limites para restringir suas interações, reduzindo assim o potencial de sobrecarga, distração, preconceito, miopia e outros sintomas de racionalidade limitada. Pesquisas anteriores aos estudos fundamentais de Hawthorne mostram que estar isolado pode, portanto, aumentar a interação dentro do grupo separado. Da mesma forma, pesquisas subsequentes de design de local de trabalho - embora mescladas em suas descobertas - sugerem que escritórios abertos podem reduzir certas condições que levam à colaboração e à inteligência coletiva, incluindo satisfação do funcionário, foco, privacidade psicológica e outras respostas afetivas e comportamentais. Esses efeitos psicológicos negativos de escritórios abertos podem levar a menos, e não mais, interação entre aqueles dentro deles, reduzindo a colaboração e a inteligência coletiva.

Até onde sabemos, nenhum estudo anterior mediu diretamente o efeito na *interação real* que resulta da remoção de limites espaciais para criar um ambiente de escritório aberto. A pesquisa anterior de design de local de trabalho, em vez de medir comportamentos direta e objetivamente, baseou-se fortemente em metodologias baseadas em pesquisas ou de registro de atividades, que forneceram medidas auto-relatadas, ou em estudos de observação social, que forneceram uma interpretação subjetiva de um observador das interações humanas. Várias décadas atrás, quando grande parte da pesquisa de design de local de trabalho foi conduzida, medir os padrões reais de interação dos indivíduos no trabalho em ambientes de escritórios tradicionais e abertos teria sido proibitivamente difícil, mas a nova tecnologia de 'análise de pessoas' tornou isso bastante viável.

Usando dois estudos de campo de organizações que transformam sua arquitetura de escritório removendo fronteiras espaciais para se tornarem mais abertas, medimos empiricamente o efeito na interação, acompanhando cuidadosamente a interação face a face (F2F) antes e depois da transição com dispositivos sociométricos vestíveis que evitam as medidas autorrelatadas imprecisas e subjetivas baseadas em pesquisas, típicas de estudos anteriores de colaboração de escritório. Também medimos dois canais digitais de interação - e-mail e mensagens instantâneas - usando informações dos próprios servidores das organizações.

No primeiro estudo, nos concentramos no conjunto mais básico de questões empíricas: qual é o efeito da transição de cubículos para espaços de trabalho abertos no *volume* geral e *tipo* de interação, com quais implicações para o desempenho organizacional com base no próprio sistema de gestão de desempenho da empresa? No segundo estudo, replicamos os resultados do primeiro estudo e, em seguida, consideramos duas questões empíricas mais direcionadas: como a *distância* espacial entre as estações de trabalho modera o efeito da transição de cubículos para espaços de trabalho abertos e como as *redes de* interação de funcionários individuais, tanto F2F quanto eletrônicas, mudar diferencialmente? Enquanto o primeiro estudo considera interações envolvendo *indivíduos*, o segundo considera interações por *díades* (ambos os lados da interação), permitindo uma investigação mais precisa, mas limitada dos efeitos.

ESTUDO 1

O primeiro estudo empírico, um experimento de quase campo, foi conduzido na sede global da OpenCo1, uma multinacional Fortune 500. Em uma chamada guerra contra as paredes, a OpenCo1 decidiu usar os mais recentes produtos de estação de trabalho de escritório aberto para transformar completamente os espaços de trabalho delimitados por paredes em sua sede, de modo que um andar inteiro fosse aberto, transparente e sem fronteiras.

O redesenho - que exigia que as pessoas mudassem de assentos designados em seu andar original para assentos designados de forma semelhante em um andar redesenhado do mesmo tamanho - afetou funcionários em funções como tecnologia, vendas e preços, recursos humanos (RH), finanças e desenvolvimento de produtos, bem como a liderança superior. Dessas pessoas, um grupo de 52 (cerca de 40%) concordou em participar do experimento. Uma comparação dos dados de RH para participantes e não participantes não forneceu evidências de viés de não resposta. Devido à natureza do espaço de escritório, todos os funcionários se mudaram do antigo espaço para o redesenhado ao mesmo tempo, então o experimento foi estruturado com um design de série temporal interrompido.

Para capturar uma imagem completa e rica em dados dos padrões de interação antes e depois dos limites serem removidos, os participantes foram solicitados a usar um sensor, conhecido como crachá sociométrico, que registrou, em grande detalhe, suas interações F2F: um infravermelho (IR) o sensor capturou quem eles estavam enfrentando (ao fazer contato com o sensor IR da outra pessoa), os microfones captaram se eles estavam falando ou ouvindo (mas não o que foi dito), um acelerômetro capturou o movimento corporal e a postura e um sensor Bluetooth capturou a localização espacial (figura 1). Todos os sensores registraram dados com carimbo de data / hora em intervalos de 10 ms. Com base em pesquisas anteriores usando esses emblemas sociométricos, uma interação F2F foi registrada quando três condições foram atendidas: dois ou mais emblemas (i) estavam enfrentando um ao outro (com linha de visão infravermelha ininterrupta), (ii) detectou fala alternada e (iii) estavam a 10 m um do outro. A interação terminou quando qualquer um dos três critérios deixou de ser verdadeiro por mais de 5 s. Embora esses critérios tenham sido baseados no precedente do uso anterior significativo de emblemas sociométricos, a análise de sensibilidade mostrou que os resultados são robustos a suposições alternativas razoáveis (incluindo distâncias mais curtas em incrementos de 1 m, diferentes tempos de atraso antes de concluir uma interação e diferentes padrões de fala). Esses dados F2F foram combinados com dados de e-mail e mensagens instantâneas para os mesmos períodos de tempo, coletados dos servidores da empresa, para criar uma imagem completa das interações desses profissionais antes e depois do redesenho.

Os dados foram coletados em duas fases: por 15 dias úteis (três semanas) antes do redesenho e, cerca de três meses depois, por 15 dias úteis após o redesenho. As janelas de coleta de dados de três semanas foram escolhidas como um equilíbrio entre o desejo da organização de minimizar a carga do estudo de pesquisa sobre seus funcionários e nossa necessidade de controlar a possibilidade de variações idiossincráticas diárias e semanais nos horários dos funcionários. O intervalo de três meses entre as fases foi escolhido por dois motivos. Primeiro, o trabalho na sede global da OpenCo1 seguia ciclos trimestrais, portanto, um intervalo de três meses nos permitiu conduzir as duas fases de coleta de dados no mesmo ponto do trimestre. Em segundo lugar, permitiu pouco mais de dois meses de ajuste após a mudança, o suficiente para que as pessoas se acomodassem em seu novo ambiente, mas não tanto que o trabalho que realizaram pudesse ter mudado muito.

O conjunto de dados incluiu 96 778 interações F2F, 84 026 emails (18 748 enviados, 55 012 recebidos, 9755 recebidos por cc e 511 recebidos por bcc) e 25 691 IMs (consistindo em 221 426 palavras). A estratégia empírica mais direta e conservadora para analisar a intervenção era simplesmente agregar e, em seguida, comparar os volumes pré-intervenção e pós-intervenção :

$$Y_{it} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{it}) + \sum \text{person fixed effects} + \varepsilon_{it}.$$

Y_{it} , a variável dependente, é a quantidade de interação - F2F ou eletrônica - em que 'i' é o indivíduo em questão e 't' é a fase (pré ou pós-redesenho). Post_{it} é uma variável indicadora igual a 1 se a interação ocorreu após o redesenho. A estimativa principal usou regressões de mínimos quadrados ordinários (OLS) com efeitos fixos de pessoa, embora todos os resultados tenham sido robustos para a exclusão dos efeitos fixos de pessoa. Os erros padrão foram corrigidos para autocorrelação e agrupados por indivíduo. Se o redesenho maior interação F2F, devemos ver um positivo e significativo β_1 - o coeficiente relatado na coluna 'Post' da tabela 1, quando Y_{it} é F2F interação (a primeira linha da tabela 1). De forma mais geral, na tabela 1, o efeito em um tipo específico de interação devido à transição para uma arquitetura mais aberta é relatado na coluna 'post', onde um número negativo indica interação reduzida e um número positivo indica interação aumentada.

Resultados do estudo 1

Volume de interação

Embora o objetivo principal do OpenCo1 ao abrir o espaço fosse aumentar as interações F2F, os 52 participantes agora gastavam 72% menos tempo interagindo F2F. Antes do redesenho, eles acumularam 5.266 minutos de interação ao longo de 15 dias, ou aproximadamente 5,8 horas de interação F2F por pessoa por dia. Após o redesenho, essas mesmas pessoas acumularam apenas 1.492 minutos de interação em 15 dias, ou cerca de 1,7 horas por pessoa por dia.

Mesmo que todos no chão pudessem ver todos os outros o tempo todo (ou talvez porque pudessem), a interação virtual substituiu a interação F2F no novo espaço sem limites. Após o redesenho, os participantes enviaram coletivamente 56% (66) mais emails para outros participantes durante 15 dias, receberam 20% (78) mais emails de outros participantes e foram copiados em 41% (27) mais emails de outros participantes. (Para os volumes recebidos e com cópia, os e-mails enviados são contados uma vez para cada destinatário.) Cco: a atividade, que era de baixo volume e limitada a um pequeno subconjunto de indivíduos, não mudou significativamente. A atividade de mensagens de IM aumentou 67% (mais 99 mensagens) e as palavras enviadas por IM aumentaram 75% (mais 850 palavras). Assim - para reafirmar com mais precisão - no espaço sem fronteiras, a interação eletrônica substituiu a interação F2F.

Resultado de Desempenho

Devemos nos preocupar com esses efeitos? Uma indicação da importância dessa mudança de comportamento foi seu efeito sobre o desempenho. Em uma análise de gerenciamento interna e confidencial, os executivos da OpenCo1 nos relataram qualitativamente que a produtividade, conforme definida pelas métricas usadas por seu sistema de gerenciamento de desempenho interno, havia diminuído após o redesenho para eliminar os limites espaciais. Consistente com a pesquisa sobre o impacto de um declínio na riqueza de mídia sobre a produtividade e sobre os desafios específicos do e-mail, não é necessariamente surpreendente que a produtividade tenha caído devido à substituição do e-mail pela interação F2F. O que é surpreendente é que uma arquitetura mais aberta e transparente levou a tal substituição.

ESTUDO 2

Dadas as descobertas do Estudo 1, outra organização foi recrutada para promover esta pesquisa. Nosso objetivo era realizar uma replicação conceitual do primeiro estudo com uma janela de tempo maior. Este segundo estudo empírico também foi um experimento de quase campo em uma multinacional Fortune 500 e foi conduzido na sede global da OpenCo2. ² No momento do estudo, OpenCo2 estava no processo de redesenho da sede de vários anos, que - como no Estudo 1 - envolveu uma transformação de assentos

atribuídos em cubículos para assentos atribuídos de forma semelhante em um design de escritório aberto, com grandes salas de mesas e monitores e sem divisórias entre as mesas das pessoas.

Coletamos novamente os dados F2F usando crachás sociométricos e dados de e-mail dos servidores da empresa, desta vez para 100 funcionários de um único andar, o que representava cerca de 45% dos funcionários naquele andar. Como no Estudo 1, os dados foram coletados em duas fases: por oito semanas, começando três meses antes do redesenho deste andar específico e por oito semanas começando dois meses após o redesenho. Mas, para este estudo, também coletamos dados detalhados sobre os participantes; a saber, três atributos do funcionário - gênero, atribuição e função da equipe - e um atributo arquitetônico - localização da mesa. Na primeira fase, as mesas ficavam em cubículos, de modo que as poltronas ficavam a cerca de 2 m de distância e eram diretamente adjacentes uma à outra. Na segunda fase, os assentos ainda estavam separados por cerca de 2 m e diretamente adjacentes uns aos outros, mas foram agrupados em mesas não divididas e não muradas de seis a oito. A localização dos assentos nos permitiu calcular a distância física entre as díades das estações de trabalho dos funcionários antes e depois do redesenho, de forma que pudéssemos incluir a distância física, bem como os demais atributos dos funcionários, como variáveis de controle. O conjunto de dados OpenCo2 incluiu 63.336 min de interação F2F e 25.553 e-mails, todos gerados por 1830 díades - aquelas com interação - dos 100 funcionários envolvidos. Ciente dos resultados consistentes do Estudo 1 em várias formas de comunicação eletrônica, o Estudo 2 coletou apenas dados de e-mail para medir a interação eletrônica. A estratégia empírica era semelhante:

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + \sum \text{dyad fixed effects} + \varepsilon_{jt}$$

e

$$Y_{jt} = \alpha + (\beta_1 \times \text{Post}_{jt}) + (\beta_2 \times \text{Physical Distance}_{jt}) + (\beta_3 \times \text{Gender}_j) + (\beta_4 \times \text{Team}_j) + (\beta_5 \times \text{Role}_j) + \varepsilon_{jt}.$$

Na equação (3.1), como na equação (2.1), Y_{jt} , a variável dependente, é a quantidade de interação, F2F ou eletrônico. No entanto, como a variável de controle de distância física era diádica, Y_{jt} também deve ser específico para uma díade particular 'j' (em vez de para um indivíduo 'i', como no Estudo 1). Como no Estudo 1, 't' se refere à fase (pré ou pós-redesenho). Post_{jt} é uma variável indicadora igual a 1 se a interação diádica ocorreu após o redesenho. Na equação (3.2), investigamos variáveis de controle específicas - características de cada díade - em vez de apenas efeitos fixos da díade. Distância Física_{jt} é a distância entre as estações de trabalho da díade, medida como o caminho de caminhada mais curto (em metros). Gênero_j, Equipe_j e Função_j são variáveis indicadoras iguais a 1 se os dois indivíduos da díade forem do mesmo sexo, da mesma equipe ou da mesma função e igual a 0 caso contrário. A estimativa principal usou regressões OLS com efeitos fixos de díade (2) ou controle de distância, gênero, equipe e papel (3). Os erros padrão dos coeficientes foram corrigidos para autocorrelação e agrupados por díade. Se o redesenho maior interação F2F, devemos ver um positivo e significativo β_1 -a coeficiente relatado no 'pós' linha de tabela 2, quando Y_{jt} é interação F2F. De forma mais geral, na tabela 2, relatamos o efeito da transição para a arquitetura aberta em determinados tipos de interação na linha 'pós', onde um número negativo indica interação reduzida e um número positivo indica interação aumentada. Para as variáveis de controle, relatamos o coeficiente para toda a amostra sem levar em conta se a arquitetura do escritório envolve cubículos ou espaços abertos, já que nosso objetivo ao incluir essas variáveis é remover os efeitos de gênero, equipe e função da variável de interesse Post. Por exemplo, o coeficiente significativo e positivo para Equipe significa que aqueles na mesma equipe comunicaram mais do que aqueles em equipes diferentes (para cubículos e espaços abertos), e o coeficiente significativo e positivo para Função significa que aqueles

na mesma função se comunicaram mais do que aqueles em funções diferentes (para cubículos e espaços abertos).

Resultados do estudo 2

Volume de Interações

Como resultado do redesenho, 643 díades diminuíram sua interação F2F e 141 díades aumentaram. Ao mesmo tempo, 222 díades diminuíram sua interação por e-mail e 374 díades a aumentaram. Como o OpenCo1, o OpenCo2 esperava, ao abrir o espaço, aumentar as interações F2F, mas os resultados não confirmaram isso. Os 100 funcionários - ou 1830 díades - que rastreamos gastaram entre 67% (Modelo 1, 12,79 / 17,99) e 71% (Modelo 2, 9,81 / 14,63) *menos* tempo interagindo F2F. Em vez disso, eles trocaram emails entre 22% (Modelo 3, 1,24 / 5,75) e 50% (Modelo 4, 1,54 / 3,07) a mais.

Como se pode suspeitar, as díades na mesma equipe ou com a mesma função se comunicaram mais, tanto F2F quanto por e-mail, em relação às díades em equipes diferentes ou em funções diferentes. O gênero, em contraste, não teve efeito significativo no volume de nenhuma das formas de interação. A distância física mostrou um pequeno efeito inverso na interação F2F (Modelo 2): quanto mais perto das duas estações de trabalho, mais interação F2F. Esse efeito foi notável por seu pequeno tamanho em relação ao tamanho do efeito do escritório aberto e pelo fato de ser limitado à interação F2F (não e-mail). Investigaremos isso em mais detalhes a seguir.

O efeito da distância física no F2F versus e-mail

O modelo 2 da tabela 2 mostra que o efeito da distância física na interação F2F é pequeno - e o efeito no e-mail insignificante - em relação à abertura. O efeito relativamente pequeno da distância na interação F2F foi surpreendente, uma vez que estudos repetidos mostraram que as pessoas falam mais com aqueles que estão fisicamente mais próximos delas. Quando os outros estão fisicamente próximos, é mais fácil estar ciente deles, iniciar conversas com eles inesperadamente, encontrar ou ouvi-los e gerenciar suas impressões sobre nosso comportamento de trabalho colaborativo. No entanto, nossa revisão desses estudos anteriores não encontrou nenhum que medisse diretamente os volumes de interação e, portanto, talvez - enquanto presente - o efeito da distância na interação F2F pode ser muito mais mínimo do que se pensava anteriormente.

A Tabela 2, no entanto, não nos permite comparar os efeitos relativos da distância física na interação F2F e na interação por email. Para fazer isso, usamos um modelo de espaço latente denominado Latent Position Clustering Model para levar em consideração o clustering e controlar outras covariáveis. Descobrimos que a distância física afetou a interação F2F duas vezes mais do que a interação por email. Como uma verificação de robustez, usamos vários algoritmos de aprendizado de máquina, como uma floresta aleatória, para ver se as mudanças nas redes F2F causadas por mudanças na distância física prevista mudam nas redes de e-mail. Em todos os modelos, descobrimos que as redes F2F e as redes de e-mail respondem de maneira muito diferente às mudanças no ambiente construído, com mudanças em um tipo de rede falhando em prever mudanças no outro.

Essa variação entre a adaptação de F2F e redes eletrônicas em resposta a uma mudança no espaço físico é uma descoberta importante para pesquisas futuras sobre colaboração e inteligência coletiva. Em vários casos notáveis, pesquisas anteriores basearam-se apenas no e-mail para estudar tópicos que vão desde o desastre da Enron até a relação entre o layout do escritório e a interação, baseando as afirmações sobre a interação F2F em resultados de dados de interação eletrônica. Nossa descoberta de que as mudanças no design do local de trabalho afetam as redes de interação eletrônica e F2F de maneira diferente (e, em algumas medidas, em direções opostas) deve fazer com que os pesquisadores futuros desconfiem de usar uma rede como proxy da outra.

DISCUSSÃO

Começamos com uma pergunta de pesquisa específica: remover as fronteiras espaciais no trabalho para criar escritórios abertos e ilimitados aumenta a interação? Nossos dois estudos de campo empíricos foram consistentes em sua resposta: escritórios abertos e ilimitados reduzem a interação F2F com uma magnitude, nesses contextos, de cerca de 70%. A interação eletrônica ocupa pelo menos parte da folga, aumentando em cerca de 20% a 50% (conforme medido por 'Para:' e-mail recebido).

Muitas organizações, como nossos dois sites de campo, transformam suas arquiteturas de escritório em espaços abertos com a intenção de criar mais interação F2F e, assim, um ambiente de trabalho mais vibrante. O que eles costumam obter - conforme captado por um fluxo constante de artigos de notícias que professam a morte do escritório aberto - é uma expansão aberta de funcionários próximos optando por se isolar o melhor que podem (por exemplo, usando fones de ouvido grandes) enquanto parecem estar tão ocupados possível (já que todos podem vê-los). Estudos recentes e pesquisas anteriores investigaram a autorrelato de insatisfação de funcionários em escritórios abertos, mas, até onde sabemos, somos os primeiros a estudar empiricamente o impacto comportamental direto do espaço de escritório aberto no volume de F2F e na interação eletrônica. Nossos resultados apóiam três contos de advertência.

Em primeiro lugar, as transições para a arquitetura de escritório aberta não promovem necessariamente a interação aberta. Consistente com o desejo humano fundamental de privacidade e evidência prévia de que a privacidade pode aumentar a produtividade, quando a arquitetura do escritório torna todos mais observáveis ou 'transparentes', ela pode prejudicar a interação F2F, à medida que os funcionários encontram outras estratégias para preservar sua privacidade; por exemplo, escolhendo um canal diferente para se comunicar. Em vez de ter uma interação F2F na frente de um grande público de colegas, um funcionário pode olhar ao redor, ver que uma determinada pessoa está em sua mesa e enviar um e-mail.

O segundo cuidado está relacionado ao impacto de uma transição para a arquitetura de escritório aberto na inteligência coletiva. Ainda temos muito que aprender sobre como funciona a inteligência coletiva, à medida que tomamos emprestado e distinguimos o trabalho paralelo sobre a inteligência de enxame entre insetos sociais e alguns outros animais. Enquanto os primeiros trabalhos assumiam que os espaços abertos promoveriam a inteligência coletiva entre os humanos, nossas descobertas apóiam trabalhos mais recentes que começaram a sugerir o contrário. Kao & Couzin, ao modelar a presença de pistas múltiplas e a possibilidade de observá-las, descobrem que níveis intermediários (ao invés de máximos) de pistas produzem níveis mais altos de inteligência coletiva. Vemos uma relação estreita entre nossa descoberta de que escritórios abertos e 'transparentes' podem ser superestimulantes e, portanto, diminuir a produtividade organizacional e a demonstração de Kao & Couzin de que o tamanho do grupo finitamente limitado e muitas vezes pequeno maximiza a precisão da decisão em ambientes complexos e realistas. Da mesma forma, um trabalho recente de inteligência coletiva sugere que, como nossos escritórios abertos, muitas informações de dados sociais podem ser problemáticas, em parte por causa dos desafios que focam a atenção, mas também por razões que se estendem a funções mais gerais da cognição humana. Por exemplo, ao conectar a cognição humana e a inteligência coletiva com o comportamento dos insetos eussociais, Toyokawa *et al.* descobriram que a riqueza em informações sociais era prejudicial para os resultados da inteligência coletiva, com o desempenho sendo melhor quando as oportunidades de aprendizagem social eram limitadas. Da mesma forma, em um estudo envolvendo seres humanos, Bernstein *et al.* descobriram que a influência social intermitente, em vez de constante, produzia o melhor desempenho entre os humanos engajados coletivamente na solução de problemas complexos. Como somos lembrados no artigo de Hight & Perry sobre inteligência coletiva e projeto arquitetônico, 'a inteligência coletiva não é simplesmente técnica, mas também explicitamente social, política e, por extensão, profissional' [2, p. 6]. Nossas descobertas reforçam empiricamente a cautela de que a relação entre projeto arquitetônico e inteligência coletiva se estende além de considerações técnicas.

O terceiro cuidado é que as transições para a arquitetura de escritório aberta podem ter efeitos diferentes em canais de interação diferentes. Em nossos estudos, a abertura diminuiu a interação F2F com um aumento associado na interação por email. Na era digital, os funcionários podem escolher entre vários canais de interação e uma mudança na arquitetura do escritório pode afetar essa escolha.

Complementando pesquisas anteriores sobre riqueza de mídia, sugerindo que substituir e-mail por interação F2F pode diminuir a produtividade, nossos estudos destacam duas outras consequências. Em primeiro lugar, como mecanismos fundamentalmente diferentes conduzem F2F e interação por email, a proximidade física que os escritórios redesenhados buscam atingir tem um efeito direto apenas na interação F2F, não no email, ainda que conduza a interação de F2F para email. A adoção de escritórios abertos, portanto, parece ter o resultado perverso de reduzir em vez de aumentar a interação produtiva. Em segundo lugar, as redes F2F e de e-mail são diferentes. Embora estudos anteriores tenham investigado um ou outro, nenhum vinculou empiricamente o F2F e a interação da rede de e-mail para discernir o quão bom é um proxy para o outro. Descobrimos que eles são proxies pobres uns dos outros. Portanto, uma intervenção que redireciona a interação de uma rede para outra, como os redesenhos de escritórios abertos aqui estudados, não apenas muda o canal de interação, mas também distorce com *quem* a pessoa interage. Isso pode ter consequências profundas sobre como - e quão produtivamente - o trabalho é realizado.

Em resumo, como os antecedentes da interação humana no trabalho vão além da proximidade e visibilidade, os efeitos da arquitetura de escritório aberto na colaboração não são tão simples quanto se pensava. Embora seja possível reunir substâncias químicas sob condições específicas de temperatura e pressão para formar o composto desejado, mais fatores parecem estar em ação para atingir um efeito semelhante em humanos. Até que entendamos esses fatores, podemos ficar surpresos ao descobrir uma redução na colaboração F2F em ação, mesmo quando arquitetamos espaços abertos e transparentes com o objetivo de aumentá-la.